



اصول

علم الهيئة

تأليف: كرنيليوس فان ديك

طُبِعَ فِي يَـرُوت سَنَةِ ١٨٧٤

Checked 1969:

CHECKED 1966

٢٠

١٩٦٢
أحرف الأبجدية اليونانية

كثيراً ما تُستعمل هذه الأحرف للدلالة على كميات معروفة أو مجهولة لأجل تسهيل العمل
فاقتضى رسمها هنا لأفادة من يحتاج إليها

nu ν = ن

xi ξ

omikron ο = أ

pi π = ب

ro ρ = ر

sigma σ = س

tau τ = ت

upsilon υ = إ

phi φ = ف

chi χ = خ

psi ψ = پس

omega ω = أو

alpha α = أ

beta β = ب

gamma γ = ج

delta δ = د

epsilon ε = أ

zeta ζ = ز

eta η = أ

theta θ = ث

iota ι = إي

kappa κ = ك

lamda λ = ل

mu μ = م

لأجل الاختصار قد اعتمد على الأسماء عبارة عن أسماء بعض الأجرام السماوية وحركاتها ومواقعها
وهذه هي الأوصاف ومعانيها

الشمس ①	استقبال ①
القمر ②	عقدة صاعدة ②
عطارد ③	م. نازلة ③
الزهرة ④	درجات ٠ دقائق " ثواني قوس
أو ⑤. الأرض	س ساعات د دقائق ث ثواني وقت
المرئخ ⑥	٠ ١ برج الحمل
①	٢٠ ٢ " الثور
②	٦٠ ٣ " الجوزاء
③	٩٠ ٤ السرطان
الخ ④	١٢٠ ٥ " الأسد
المشتري ⑤	١٥٠ ٦ " السنبلة
زحل ⑥	١٨٠ ٧ " الميزان
اورانوس ⑦	٢١٠ ٨ " العقرب
نبتون ⑧	٢٤٠ ٩ " الرامي
اقتربان ⑨	٢٧٠ ١٠ " الجدي
تربيع ⑩	٣٠٠ ١١ " الدلو
	٣٣٠ ١٢ " الحوتان

النجوم الى آخر عددها

فهرست

مجمعة

١

٢

المقدمة

حدود

الجزء الاول

الفصل الاول

١٢

في هيئة الارض وجرمها

الفصل الثاني

١٦

في الحركة اليومية

١٨

في الكرات المصطنعة

١٨

مسائل نحل بالكنز الارضية

٢٢

مسائل نحل بالكنز المعاوية

الفصل الثالث

٢٤

في زاوية الاختلاف

٢٨

في الانكسار

٢٢

في الشفق

الفصل الرابع

٢٥

في الوقت

صفحة

٤٠

في الحساب السنوي

الفصل الخامس

٤٤

في بعض آلات الرصد

٤٩

عمليات

٥٨

في العرض الأرضي

٦٥

كيفية اصطناع المزاو

٦٦

في هيئة الأرض وكتافتها

الجزء الثاني

٧٦

في النظام الشمسي

الفصل الأول

٧٧

في الشمس

٩١

النور البرقي

الفصل الثاني

٩٣

في حركة الشمس السنوية الظاهر

٩٤

النصول

٩٦

هيئة فلك الأرض

الفصل الثالث

٩٩

قواعد كيلر والجاذبية العامة

الفصل الرابع

١٠٧

مبادرة الاعتدالين

١٠٩

في الكو

١١٠

في انحراف النور

صفحة

الفصل الخامس

١١٢

في القمر

١١٩

اوجه القمر

١٢٤

سطح القمر

الفصل السادس

١٢٥

في اضطراب حركات القمر

الفصل السابع

١٤١

في الكسوف والخسوف

١٤٦

كسوف الشمس

الفصل الثامن

١٥٤

في الطول

١٥٦

في المدّ والجذر

الفصل التاسع

١٥٩

في السبارات السفلى

١٦٧

فلكان

١٦٨

عطارد

١٧٢

الزمن

الفصل العاشر

١٧٨

في السبارات العليا

١٧٩

المرنج

١٨١

النجميات

١٨٥

المشتري

١٩٠

زحل

١٩٥

اقمار زحل

صفحة

١٩٨

٢٠٠

اورانوس

پنئون

الفصل الحادي عشر

٢٠٢

٢٠٦

٢٠٨

٢٠٨

مبادي افلاك السيارات

معرفة اقدار الاجرام السماوية

ثبوت النظام الشمسي

نسبة مبادي السيارات بعضها الى بعض

الفصل الثاني عشر

٢١٢

٢١٩

في النجوم المذنبه

النيازك او الشهب

الجزء الثالث

الفصل الاول

٢٢٦

٢٢٩

٢٣١

٢٣٢

في النجوم الثوابت

اختلاف النجوم الثوابت

بعد النجوم الثوابت

اسماء صور الثوابت

الفصل الثاني

٢٣٤

النجوم المزدوجة والثنائية والمتعددة

الفصل الثالث

٢٣٨

النجوم المتغيرة والموقنة وحركة النجوم

الفصل الرابع

٢٤١

في القنوان والسنام

صفحة

الفصل الخامس

٢٤٨

في المجرة

٢٤٩

الرأي السدي

الفصل السادس

٢٥١

السيكرومكوب في علم الهيئة

٢٥٤

طيف القمر والسيارات

٢٥٥

طيف النجوم الثوابت

مضافات

٢٥٩

في الساعات والايام والاسباع الخ

٢٦٢

جداول مبادي السيارات

٢٦٨

قائمة نجوم مزدوجة

٢٧٤

قائمة نجوم متغير



مقدمة

(١) الاسترونومية لفظة يونانية معناها قوانين النجوم والعرب يعبرون عنها بعلم الهيئة وهو علم موضوعه الاجرام السماوية والارض باعتبار كونها من جملة تلك الاجرام بالنسبة الى سائرها وقد انقسم الى وصفي وطبيعي وعلمي. اما الوصفي فهو ذكر ما يحدث في الاجرام المشار اليها من حركات ورؤى وغيرها مفردة ومجملة. واما الطبيعي فهو ما يُبحث به عن علل تلك الحوادث وقواعدها. واما العلمي فهو ما يُبحث به عن كيفية التوصل الى معرفة القسمين الاولين بالآلات والحسابات

(٢) ان علم الهيئة هو من اقدم العلوم واعتنى به منذ قدم الزمان الاشوريون والكلدانيون واهل فينيقيا ومصر والهند والصين وكان فيثاغوروس اليوناني معلم هذا الفن في مدرسة كروتونا في ايطاليا ق م ٥٠٠ ولم تُعتبر تعاليمه مدّة ٢٠٠٠ سنة الى ان احياها غاليليو وكوبرنيكوس في القرن الخامس عشر والسادس عشر. ومن اشهر مدارس هذا العلم عند القدماء مدرسة الاسكندرية التي انشأها الملوك البطلموسية وهناك اخترعت اول آلات لقياس الزوايا ومن اشهر علميها الفيلسوف هيرخوس ق م نحو ١٥٠ وبطلميوس ق م نحو ١٤٠ ألف كتاباً في هذا الفن سماه المجسطي وكان عليه الاعتماد الى القرن الخامس عشر والسادس عشر حين قام كوبرنيكوس من بروسيا سنة ١٥٢٠ ونيجو براهي في دينارك سنة ١٥٨٢ وكبلر في جرمانيا سنة ١٦٥٤ وغاليليو في ايطاليا سنة ١٦٤٩ فاظهروا بطلان الآراء القديمة ووضعوا هذا العلم على اساس حقيقي متين. اما غاليليو فهو اول من استعمل النظارة في علم الهيئة وبها كشف عن حقائق كثيرة كانت مجهولة قبل عصره ثم بقرب غرة القرن الثامن عشر كشف اسحق نيوتون عن قواعد الجاذبية العامة التي تخضع لها جميع حركات الاجرام السماوية وأوضح تلك القواعد وثبتها لاپلاس الفرنسي

(٣) ان القدماء اعتبروا هذا الفن بالاكثير للزعم بان لهم منه دلالة على المستقبل من الامور البشرية وان للاجرام السماوية تأثيراً في اجساد البشر وعقولهم ونصيبهم الدنياوي اولانها تدل على تلك الاشياء وكل ذلك باطل

(٤) لهذا العلم منزلة على ما سواه من العلوم من جراء عظمة موضوعه وتدقيق فحوصه وعمومه

فوائده ولكن نحصيلة عسر والزيادة على ما يُعلم منه اعسرو هو لم يبلغ الى حاله الحاضرة الا بعد انعاب
جزيلة في قرون كثيرة

(٥) انه في شرح قواعد هذا العلم لا يمكن برهان كل قضية حالاً عند ذكرها كما في الهندسة

فهل تزم المبتدئ ان ياخذ بعض الاشياء بالتسليم ثم بعد تقدمه قليلاً يقف على براهينها

(٦) نظام الهيئة الحقيقية هو نظام كوبرنيكوس واصوله هي

اولاً ان حركة الاجرام السموية الظاهرة اليومية من الشرق الى الغرب حاصلة من حركة

الارض الحقيقية على محورها من الغرب الى الشرق يومياً

ثانياً ان الشمس انما هي مركز تدور حوله الارض وجميع السيارات من الغرب الى الشرق

خلاقاً لزعم القدماء بثبوت الارض في الوسط ودوران الشمس والنجوم حولها

(٧) ان في هذا المؤلف نتكلم اولاً في الارض ونسبها الى مساوئها من الاجرام السموية وثانياً في

النظام الشمسي وثالثاً في النجوم الثوابت



حدود

(١) الاجرام السموية * هي الشمس والقمر والنجوم وكل الاجرام النيرة الواقعة في النسخة المحيطة بالارض ان ظهرت للنظر الجرد او للنظر المستعين بالآلات البصرية

(٢) ظواهر الاجرام السموية * كل الاجرام السموية تتحرك بالظاهر من الشرق الى الغرب اي تشرق وتغرب راسمة اقواس دوائر يمرورها من الشرق الى الغرب فتصعد في نصفها الشرقي وتغدر في نصفها الغربي وهذه الاقواس متوازية اكبرها ما يرسم فوق راس الناظر ومن تلك تتصاغر شمالاً وجنوباً الى ان تلاشي عند التطيين اذا كان الناظر على خط الاستواء . واذا كان الى شماليه يربى بعض النجوم الى جهة الشمال تدور في دوائر حول نجم لا يتحرك سمي نجم القطب فالشمس والقمر وسائر الاجرام السموية تدور حول الارض بالظاهر مرة في كل ٢٤ ساعة وهذا الدوران سمي الدوران اليومي او الحركة اليومية

(٣) سيارات وثوابت * اكثر النجوم الظاهرة في المنقر السماوي لا تتغير مواقعها بنسبة بعضها الى بعض فسميت نجومًا ثوابت تميزاً بينها وبين بعض الاجرام القليلة العدد التي تنقل من موضع الى موضع فتري تارة بقرب هذا النجم او في تلك الصورة من الثوابت واخرى بقرب نجم آخر او في صورة اخرى فسميت السيارات . فاذا راقبنا الشمس والقمر والسيارات نرى لها حركة بين الثوابت من الغرب الى الشرق فتدور حول الشمس من الغرب الى الشرق في مدآت مختلفة بين ثلاثة اشهر و١٦٤ سنة

(٤) الكرة المصطنعة * اذا صُوِّرت على كرة صورة قارات الارض ومالكها وجزائرها واجارها الخ بنسبة مواقع بعضها الى بعض فلنا كرة ارضية مصطنعة واذا صُوِّرت على كرة مواقع الثوابت بنسبة بعضها الى بعض فلنا كرة سماوية مصطنعة

(٥) خط الاستواء * اذا انقسمت كرة الارض الى شطرين شطري شمالي وشطري جنوبي فالخط الفاصل بينهما دائرة عظيمة سُميت خط الاستواء لاسنواء الليل والنهار عليه وكل دائرة تقسم الكرة الى شطرين متساويين هي دائرة عظيمة . واذا امتد سطح دائرة خط الاستواء الى المنقر السماوي بُحِث دائرة عظيمة تقسم الى شطرين وتسمى تلك الدائرة خط الاعتدال او خط الاستواء السماوي

(٦) محور الأرض * محور الأرض هو الخط الذي تدور عليه دورانها اليومي
 (٧) القطبان * هما نقطتا تقاطع المحور و سطح الكرة وسميا قطبي الأرض وقطبي خط الاستواء
 تميزا بينهما وبين قطبي دائرة البروج. وإذا أخرج المحور الى جهتيه حتى يلاقي المقعر السماوي فالملتقيان
 القطبان السماويان ويقرب القطب السماوي الشمالي نجرا سمي نجم القطب لدلالته على موقع القطب
 الشمالي تقريبا وبما ان ذلك النجم قريب من القطب لا نرى له حركة يومية بالنظر المجرد ولكنه يدور
 في دائرة صغيرة مرة كل ٢٤ ساعة ونقاس حركته بواسطة بعض آلات الرصد

(٨) دائرة البروج * هي الدائرة التي ترسمها الأرض في دورانها السنوي حول الشمس وهي
 دائرة عظيمة سطحها مائل على سطح دائرة خط الاستواء ٢٣° ٢٧' ٢١' ٢٤" وهي مقسومة الى ١٢
 قسما سمي كل قسم برجاً فكل برج ٣٠° ومن الابراج ستة واقعة الى شمالي خط الاستواء وهي الحمل والثور
 والجوزاء والسرطان والاسد والسنبلة. وستة الى جنوبيه وهي الميزان والعقرب والرامي والجدي
 والدلو والحوتين. اما الحمل والثور والجوزاء فسميت البروج الربعية لان الشمس تمر بها في فصل
 الربيع اي بين ٢١ آذار و ٢١ حزيران واما السرطان والاسد والسنبلة فابراج الصيف لان الشمس
 تمر بها بين ٢١ حزيران و ٢١ ايلول واما الميزان والعقرب والرامي فهي ابراج الخريف والشمس تمر
 بها بين ٢١ ايلول و ٢١ كانون الاول واما الجدي والدلو والحوتان فهي ابراج الشتاء والشمس تمر
 بها بين ٢١ كانون الاول و ٢١ آذار وهذه علامات الابراج

(١)	♈	الحمل	(٧)	♎	الميزان
(٢)	♉	الثور	(٨)	♏	العقرب
(٣)	♊	الجوزاء	(٩)	♐	الرامي
(٤)	♋	السرطان	(١٠)	♑	الجدي
(٥)	♌	الاسد	(١١)	♒	الدلو
(٦)	♍	السنبلة	(١٢)	♓	الحوت

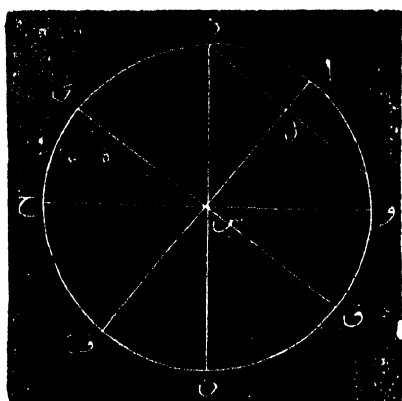
(٩) الدوائر المتوازية * هي دوائر توازي خط الاستواء وبما انها تقسم الكرة الى قسمين غير
 متساويين سُميت دوائر صغيرة تميزا بينها وبين الدوائر العظام الماضي ذكرها وإذا رُسِمت على كرة
 ارضية سُميت دوائر العرض وإذا رُسِمت على كرة سماوية سُميت دوائر الميل وهي ان كانت على
 الأرض او في المقعر السماوي نصغر كلما بعدت عن خط الاستواء شمالاً او جنوباً حتى تتلاشى عند
 القطبين

(١٠) اقسام الدائرة * كل دائرة كبيرة كانت او صغيرة تُقسم الى ٣٦٠° والدرجة ٦٠' والدقيقة

٦٠" اما طول الدرجة فيختلف حسب اختلاف محيط دائرتها فالدرجة على خط الاستواء ٦٠ ميلاً ثم
تصغر لكل عرض بين صفرو ٩٠ الى ان تلتشى عند ٩٠ من العرض فاذا اردت معرفة الاميال
في درجة لاي عرض ففرض نسبة

١٢ : نظير جيب العرض :: ٦٠ : المطلوب (١)

وذلك يتضح من هذا الرسم (شكل ١) ليكن اف محور الارض وي ق خط الاستواء و زل
دائرة من الدوائر المتوازية فيكون زي العرض وهي قياس الزاوية زسي وي س = ١٢ وق زل نظير



شكل ١

جيب زسي و ١٢ : زل :: ٦٠ : الاميال في درجة اذا كان
العرض زي فلو قيل كم ميلاً في درجة عند عرض ٤٢ مثلاً
لقل نسبة ١٢ = ١٠٠٠٠٠

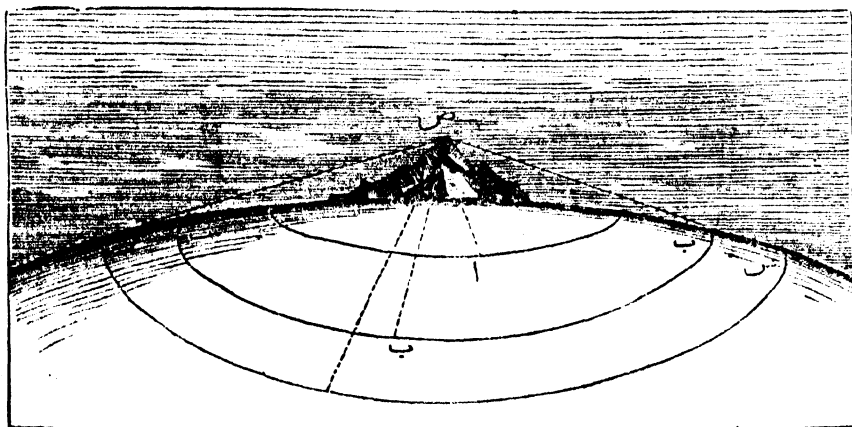
$$٩٨٧١٠٧٣ = \text{ن ج } ٤٢$$

$$١٧٧٨١٥١ = \text{نسب } ٦٠$$

$$١٦٤٩٢٣٤ = \text{ميلاً } ٤٤' ٥٩$$

(انظر الجداول العاشر من كتابي في التعاليم)

(١١) الافق * هو دائرة عظيمة تقسم الكرة والمقعر الساوي الى شطرا على و شطرا سفلى باعتبار
الناظر و سّي الافق الحقيقي تمييزاً بينه وبين الافق النظري الذي هو دائرة صغيرة قطرها بالنسبة الى



شكل ٢

ارتفاع الناظر عن سطح الارض كما يتضح من شكل ٢ ا افق ناظر على السهل و ب افق من ارتفاع الى
ت و س افق من ارتفاع الى ص . اما الافق الحقيقي فسطحه يمر بمركز الارض ونقطه الاعلى سّي سمت
الراس او سمت وقطبة الاسفل سّي سمت القدم او نظير السمت ولكل نقطة على سطح الارض افق

حقيقي مخصص بها وافق النقطة الواحدة ليس هو افق نقطة اخرى كما يتضح عند التأمل وفي الكرة المصطنعة يقوم الافق الحقيقي مقام الافق الحقيقي

(١٢) المواجه * هي دوائر عظام عمودية على خط الاستواء تمر بالفطين وهاجرة كل مكان هو خط نصف النهار لذلك المكان وتسمى مواجه لان الشمس اذا لحقت بها تبتدي بالانحدار آخذة بهجر الارض ذلك اليوم وتسمى ايضا دوائر سوبعية لانها تقبس الوقت وخطوط الطول لانها تنصل من خط الاستواء ما يعدل طول المكان والهاجرة الاولى هي التي منها بحسب الطول شرقا ١٨٠ وكذا غربا

(١٣) منطقة الابراج * هي منطقة تمتد ٨° على جانبي دائرة الابراج فعرضها ١٦° وهي التي تسير فيها السيارات

(١٤) خط السرطان وخط الجدي والدائرة الشمالية والجنوبية * قد تقدم ان الافق الحقيقي يقطع الكرة والمفعر السماوي الى نصف اعلى ونصف اسفل باعتبار الناظر فافق ناظر مقامه على خط الاستواء يمر بالفطين واذا تقدم درجة واحدة نحو الشمال ينخفض افقه درجة تحت القطب الشمالي ويقتصر درجة عن الجنوبي وبالعكس لو تقدم درجة نحو الجنوب فيقال ان القطب يرتفع بما يعدل عرض الناظر والقطب الآخر ينخفض بما يعدل ارتفاع المرتفع ولو تقدم الناظر عن خط الاستواء ٩٠° لكان القطب فوق راسه وافقه يمر بخط الاستواء وقد تقدم ان دائرة البروج مائلة على خط الاستواء ٢٣° ٢٨' تقريباً فاذا رسمت دائرة نوازي خط الاستواء مارة بتلك النقطة من دائرة البروج التي هي ٢٣° ٢٨' عن خط الاستواء شمالاً تجد ان دائرة سُميت خط السرطان او جنوباً فدائرة سُميت خط الجدي فالناظر القائم على خط السرطان يمر افقه تحت القطب الشمالي ٢٣° ٢٨' فاذا رسمت دائرة بينها وبين القطب الشمالي ٢٣° ٢٨' فهي الدائرة الشمالية واخرى بينها وبين القطب الجنوبي ٢٣° ٢٨' فهي الدائرة الجنوبية فتحدث من هذه الخطوط المناطق الخمس كما علمت من علم الجغرافية ونقطة ماسة دائرة البروج وخط السرطان في المدار الصيفي ونقطة ماسة دائرة البروج وخط الجدي في المدار الشتوي

(١٥) الدوائر المتسامنة * هي المارة بسمت الراس عمودية على الافق فكلها عظيمة والتي تمر بنقطة الافق الشرقية والغربية هي المتسامنة الاولى والتي تمر بنقطتي تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء سميت المتسامنة الاعتدالية والتي تمر بالمدارين سميت المتسامنة المدارية

(١٦) الاعتدالان * هما الربيعي اي اول برج الحمل عند تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء وهو موقع الشمس في ٢١ آذار عند استواء الليل والنهار في الربيع والخريفي ١٨٠° عن الربيعي عند

نقاط دائرة البروج وخط الاستواء في اول برج الميزان وهو موقع الشمس في ٢١ ايلول عند استواء الليل والنهار في الخريف

(١٧) المداران * قد تقدم انهما ابعد دائرة البروج عن خط الاستواء وقد سمي شماليهما مدار السرطان وجنوبيهما مدار الجدي وانما سميا المدارين لان الشمس اذا لحقتها تقف قليلاً بالظاهر ثم كأنها تدور فتدور الى الجهة المقابلة شيئاً فشيئاً كل يوم فيبين المدار والمدار ١٨٠ من القوس وستة اشهر من الوقت

(١٨) الرؤية الدولابية او الكرة العمودية * لناظر مقامه على خط الاستواء تكون الاقواس التي ترسمها الاجرام السماوية بحركتها اليومية عمودية على الافق ايدياً فانها تصعد من الافق عمودية الى الهاجرة وتقدر من الهاجرة عمودية الى الافق وسميت هذه الرؤية رؤية دولابية لمشابهتها بحركة دولاب عمودي على سطح الارض

(١٩) الرؤية الرحوية او الكرة المتوازية * اذا كان مقام ناظر القطب يرى الاجرام السماوية ترسم دوائر توازي الافق وهذه الدوائر تصغر شيئاً فشيئاً من الافق الى سمت الراس والجزم الواقع في سمت الراس لا يتحرك وسميت رؤية رحوية لمشابهتها بحركة حجر الرمي. واذا كان مقام الناظر القطب الشمالي لا يرى النجوم التي هي الى جنوبي خط الاستواء والتي الى شماليه لا تغيب عنه مطلقاً وبالعكس اذا كان مقامه القطب الجنوبي وبما ان الشمس هي الى شمالي خط الاستواء نصف السنة وإلى جنوبي النصف الآخر فالناظر من القطب براها دائماً نصف سنة ولا يراها مطلقاً نصف سنة فنهاره ستة اشهر وليله كذلك غير ان الظلام لا يكون نأماً ستة اشهر وذلك بسبب الانكسار كما سباني في محله الكون الرحوية النامة لا تترى الا عند القطب ولم يبلغ احد اليه غير ان بعض السفن المرسلة للاكتشاف في الجهات الشمالية بلغت الى ما ينوف عن ٨٠ من العرض الشمالي

(٢٠) الرؤية الحالية او الكرة المنوارة * لناظر مقامه بين خط الاستواء والقطب تكون الاقواس المرسومة بحركة الاجرام السماوية اليومية لا عمودية على الافق ولا متوازية له بل مائلة عليه اكثر اقل حسب بعد الناظر عن خط الاستواء وسميت هذه الرؤية حالية تشبيهاً بجمالة السيف وارتفاع القطب يعدل عرض المكان ايدياً

(٢١) الصعود المستقيم * هو الزاوية الحادثة عند جرم سماوي بين خطين مرسومين منه احدهما الى الاعتدال الربيعي والاخر عموداً على خط الاستواء فالقوس من خط الاستواء الواقعة بين الاعتدال الربيعي والخط العمودي من الجرم عليه هي قياس الصعود المستقيم وبحسب ساعات ودقائق وثواني. وبما ان الارض تدور على محورها دورة كاملة ٣٦٠ في كل ٢٤ ساعة فتدور ١٥ في

كل ساعة لان $٢٦٠ + ٢٤ = ١٥$ اي $١٥ = ١٥$ و $١٥ = ١٥$ و $١٥ = ١٥$. فيتحول صعود مستقيم الى $''''$ بضرب ١٥ وتبدل العلامات $''''$ بالعلامات $''''$ فلو قيل حول ١٠ ١٢ ٣٠ الى $''''$ من القوس لنيل $١٥ \times ١٠ = ١٥٠$

$$٢ = ١٨٠ = ١٥ \times ١٢$$

$$٣٠ \quad ٧ \quad = ٤٥٠ = ١٥ \times ٣٠$$

$$٣٠ \quad ٧ \quad ١٥٢$$

الجواب

وبعكس العمل اي تحول $''''$ الى $''''$ بالقسمة على ١٥ وابدال العلامات $''''$ بالعلامات $''''$ واذا فضل شيء بعد القسمة يضرب في ٤ فيتحول الى $''$ والى لان $١ = ٤$ و $٤ = ١٦$ فلو قيل حول ١٥٢ ٧ ٣٠ من القوس الى وقت لنيل

$$١٠ = ١٥ + ١٥٢$$

$$١٢ = ٤ \times ٣$$

$$٢٨ = ٤ \times ٧$$

$$٣ = ١٥ + ٣٠$$

$$٣٠ \quad ١٢ \quad ١٠$$

الجواب

ولاجل تسهيل العمل قد وضعت الجدول الاول لتحويل $''''$ الى وقت والثاني لتحويل $''''$

الى قوس

(٢٢) الميل * هو بعد جرم عن خط الاستواء شمالاً او جنوباً وقياسه القوس من الهاجرة المارة به الواقعة بينه وبين خط الاستواء وما كان على خط الاستواء فلا ميل له فالشمس اذا دخلت برج الحمل او برج الميزان فلا ميل لها واذا دخلت برج السرطان او برج الجدي فهي على معظم ميلها اي ٢٨ ٢٢ تقريباً اما معظم ميل السيارات فتوقف على ميل دوائرها على دائرة البروج. اما ميل الثوابت فتحذف من صفرا الى ٩٠ وميل النجم الثابت لا يتغير خلاف الشمس والقمر والسيارات

(٢٣) البعد القطبي * هو ممتل الميل ابداً. فاذا تعين صعود جرم المستقيم وميله تعين موضعه

في المنعز السماوي

(٢٤) الطول * على الكرة السماوية هو عبارة عن بعد جرم عن الاعتدال الربيعي مقاساً على

دائرة البروج

(٢٥) العرض * العرض السماوي هو بعد جرم عن دائرة البروج شمالاً او جنوباً مقاساً على

دائرة عمودية على دائرة البروج فاذا عرفت الصعود المستقيم والميل يستعلم الطول والعرض واذا

عُرِفَ الطول والعرض يُستعمل الصعود المستقيم والميل فيتعين موقع جرم من طول وعرض كما يتعين من صعوده المستقيم وميلو . اما الطول الشمسي والعرض الشمسي فهما الطول والعرض لو نظير الى جرم من مركز الشمس . والصعود المستقيم عند العرب هو المطلع والميل هو البعد عندهم

(٢٦) ارتفاع جرم * هو علو مركزه فوق الافق مقياساً على دائرة متسامتة

(٢٧) البعد السمتي * هو ممتد الارتفاع ابداً

(٢٨) السموت * هو القوس من الافق الواقعة بين متسامتة مارة بالجرم واقرب القطبين

(٢٩) المنطرات * هي دوائر صغيرة نوازي الافق وثلاثي عند سمت الراس

(٣٠) سعة جرم * هي القوس من الافق الواقعة بين متسامتة مارة بالجرم والنقطة الشرقية

عند شروقها والنقطة الغربية عند غروبها

(٣١) زاوية الوضع * هي الزاوية المحاذية بين الهاجرة وخط موصل بين جرمتين

(٣٢) فلك جرم * هو الطريقة التي يسلكها في السماء فلك سيار هو طريقته حول الشمس

وفلك قمر هو طريقته حول الجرم الذي هو تابعه

(٣٣) العقد * هي نقطة تقاطع فلك ودائرة البروج فاذا كان الجرم متقدماً من الجنوب نحو

الشمال فنقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج هي عقده الصاعدة واذا كان متقدماً من الشمال نحو

الجنوب فنقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج هي العقد النازلة وبينهما ١٨٠°

(٣٤) نقطة الراس * هي اقرب نقطة من فلك الى الشمس

(٣٥) نقطة الذنب * هي ابعد نقطة من فلك عن الشمس

(٣٦) الاقتران * اذا كان جرمان في جهة واحدة من السماء اي كانا على طول واحد فهما

في الاقتران

(٣٧) الاستقبال * اذا كان جرمان في جهتين متقابلتين من السماء اي كان بينهما من

الطول ١٨٠° فهما في الاستقبال

(٣٨) التربيع * اذا كان بينهما ٩٠° طولاً فهما في التربيع

(٣٩) تباين سيار * هو الزاوية المحاذية عند مركز الارض بين خطين احدهما مرسوم الى

مركز السيار والاخر الى مركز الشمس

(٤٠) الصعود المتوارب * هو القوس من خط الاستواء الواقعة بين الاعتدال الربيعي وتلك

النقطة من خط الاستواء التي تشرق مع الجرم المروم . وفضلة الصعود المستقيم والصعود المتوارب

سميت فضلة الصعودين او فضلة المطلقين

(٤١) منطقة الظهور الدائم * هي تلك المنطقة حول القطب المرتفع التي لا تغيب نجومها عن الناظر و^١قطرها = عرض المكان ابدًا وعكسها منطقة الاختفاء الدائم . والنجوم التي لا تغيب سماها العرب الحُسن مثل الفرقدين وبنات نعش والقطب وغيرها

(٤٢) النظام الشمسي * هو النظام المؤلف من الشمس والاجرام التابعة لها وهو ينقسم الى اربعة

اقسام

- (١) الجرم المركزي الثابت بالنسبة الى نوابعو اكبر منها جميعها نوره ذاتي وهو شمسنا
- (٢) مئة تابع و٤١ تابعًا على مسافات متزايدة من الشمس تدور حولها في افلاك لا تختلف كثيرًا عن دوائر وتستمد نورها من الشمس وبه تظمر لنا وهي تنقسم الى ثلاث رتب
- الرتبة الاولى السيارات الصغار وهي الاقرب الى الشمس واسماؤها عطارد والزهرة والارض والمريخ
- الرتبة الثانية السيارات الكبار وهي الابعد عن الشمس واسماؤها المشتري وزحل واورانوس ونبتون
- الرتبة الثالثة هي النُجُوم وهي سيارات صغار موقع افلاكها بين فلك المريخ وفلك المشتري وتنفصل بين الرتبة الاولى والثانية وقد انكشف منها الى الآن ١٢٣ نُجُومًا
- (٣) ثمانية عشر تابعًا للتوابع اي اقارنا برة السيارات المذكورة للارض واحد والمشتري اربعة ولزحل ثمانية ولاورانوس اربعة ولنبتون واحد فالتوابع وتوابع القوابع تدور حول الشمس من الغرب نحو الشرق وعلى محاورها من الغرب نحو الشرق وافلاكها مختلفة الميل على فلك الارض اي على دائرة البروج

(٤) تسعة نجوم مذنبة تدور حول الشمس في افلاك متطاولة جدًا وقد عُرِف نحو ٢٠٠ مذنب بعضها دارت حول الشمس في افلاكها الزائدة الاستطالة في مدّات طويلة حتى لم يتحقق رجوعها ثانية بالفعل غير ان مدّات بعضها محسوبة وبعضها تدور في افلاك هذلولية الشكل فلا تعود الى طريقها الاولى مطلقًا

ومن الاشياء التابعة النظام الشمسي النور البرقي وحلقات النيازك او الشهب

(٤٣) زاوية الاختلاف * هي الزاوية الحادثة عند جرم سماوي بين خط مرسوم اليه من سطح الارض وآخر مرسوم اليه من مركزها فيقالها عند الجرم في الارض او في فلك الارض وسبائي بيان كيفية استعمالها مفصلاً

(٤٤) كل دائرة عظيمة تمر بقطب اخرى عظيمة فعمل مع الاولى زوايا قائمة والتي تمر بقطب الاخرى سميت ثناها او ثانياتها

(٤٥) الزاوية الحادثة على سطح كرة بتقاطع دائرتين عظيمتين قياسها قوس دائرة عظيمة

ثالثة واقعة بين محيطي الأوليين ورأس تلك الزاوية في قطب الثالثة
(٤٦) ظهور جرم سماوي في الشرق سمي شروقه وغيباه في الغرب سمي غروبه وبلوغه الى اقصى
ارتفاعه سمي تكبده اسي بلوغه الى كبد السماء وبلوغه النقطة المقابلة تكبده سمي تكبده الاسفل اما النجوم



شكل ٢

الواقعة في دائرة الظهور الدائم فتكبدها الاعلى والاسفل
فوق الافق والتي في دائرة الاختفاء الدائم تكبداها تحت
الافق

(٤٧) القسم من طريق جرم سماوي فوق الافق

سمي قوسه العليا والقسم تحت الافق سمي قوسه السفلى
لكي تستعلم نسبة هذه الاقواس بعضها لبعض في مكان
مفروض لنفرض ف ق ح ن ح (شكل ٢) الهاجرة وف
القطب المرتفع وق ق خط الاستواء وز سمت الرأس

وح و ج الافق وس س س س س طريق جرم البوي والارض نقطة عند ي فيكون س س س
القوس العليا وس س س القوس السفلى

افرض ل = ق ز = عرض الناظر

ف = ف س = بعد الجرم القطبي

س = ز ف س = الزاوية السويبة والجرم في الافق

ز = ز س = البعد السمتي والجرم في الافق

في المثلث الكروي ز ف س لنا ق ز = ٩٠ - ل اي متم العرض وحسب قواعد حساب المثلثات
الكروية

(٢) $ن ج ز = ن ج ف \times ج ل + ج ف \times ن ج ل \times ن ج س$

(انظر كنياني في اللوغاريتمات والمساحة صحيفة ١٤١ العبارة الثانية من العبارات المنتمية ص)

اما ز فيعدل ٩٠ فتصير العبارة

(٢) $٠ = ن ج ف \times ج ل + ج ف \times ن ج ل \times ن ج س$

(٤) $\frac{\text{ماس ل}}{\text{ماس ف}} = \text{اي ن ج س}$

اذا كان ل = ٠ اوف = ٩٠ فيثبت

ن ج س = ٠ وس = ٩٠ = ٦ ساعات

اي اذا كان الناظر على خط الاستواء والجرم في خط الاعتدال تكون القوس العليا ٦ ساعات ومدة الجرم فوق الافق تعدل مدته تحت الافق

ان كان ف < ل يكون ن ج س - ١ وذلك غير ممكن فلا يستوفي الجرم شرط كون ز = ٩٠ اي اذا كان البعد القطبي اقل من عرض الناظر لا يلحق الجرم الافق بل يبقى في دائرة الظهور الدائم وان كان ف = ل يكون ن ج س = ١ - ١ وس = ١٨٠ = ١٢ ساعة اي اذا كان العرض والبعد القطبي متساويين لا يسقط الجرم تحت الافق بل يمسّه عند الهاجرة وان كان ف < ل وف > ٩٠ فحينئذ

ن ج س < ٠ ون ج س < ١ - ١ وس < ٩٠ وس < ٦ ساعات

اي كل جرم بين القطب المرتفع وخط الاعتدال قوسه العليا اطول من قوسه السفلى ومدته فوق الافق اطول من مدته تحت الافق . وان كان ف < ل وف < ٩٠ فحينئذ

ن ج س < ٠ ون ج س < ١ وس < ٩٠ وس < ٦ ساعات

اي اذا كان الناظر على جانب خط الاستواء والجرم على الجانب الآخر منه تكون القوس العليا اقصر من ٦ ساعات ومدة الجرم فوق الافق اقصر من مدته تحت الافق

ان كان ف = ١٨٠ - ل فحينئذ ماس ف = - ماس ل ون ج س = ١ وس = ٠ = ٠ . اي اذا كان بين الجرم والقطب المنخفض ما يعدل عرض المكان لا يصعد الجرم فوق الافق بل يمسّه عند الهاجرة واذا كان ف < ١٨٠ - ل يكون ماس ف < - ماس ل ون ج س < ١ وذلك محال اي اذا كان بُعد الجرم عن القطب المنخفض اقل من عرض الناظر لا يصعد الجرم الى الافق بل يبقى في دائرة الاختفاء الدائم

ضع في سهل كرة قطرها قدما ن عبارة عن الشمس فتعبّر عن عطار دجة خردل في دائر قطرها ١٦٤ قدما وعن الزهرة دجة حمص في دائرة قطرها ٢٨٤ قدما وعن الارض دجة حمص ايضا في دائرة قطرها ٤٢٠ قدما وعن المريخ قطرة دبوس في دائرة قطرها ٦٥٤ قدما وعن النجوم حبات رمل في دوائر تختلف قطرها بين ١٠٠٠ و ١٢٠٠ قدم وعن المشتري برطفالة في دائرة قطرها نصف ميل وعن زحل برطفالة اصغر في دائرة قطرها $\frac{1}{2}$ الميل وعن اورانوس دجة

عنب في دائرة قطرها اكثر من ميل ونصف ميل وعن

نبتون خوخة في دائرة قطرها

$\frac{1}{3}$ ميل

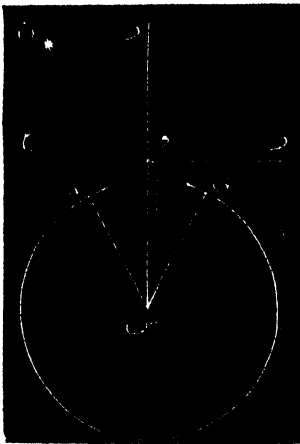
الجزء الأول

في الارض

الفصل الاول

في هيئة الارض وجرمها

(٨) هيئة الارض هيئة شبه كرة وذلك يتضح أولاً من استدارة خيالها الواقع على القمر عند خسوفه وثانياً من مقايستها على بقية السيارات التي نراها جميعاً كروية وثالثاً من اننا ننظر اعالى اشباح بعيدة قبل اسافلها ولو كانت اسافلها اكبر من اعاليتها ورابعاً من انخفاض الافق عند ارتفاع عين الناظر عن مساواة سطح الارض (انظر شكل ٢ و ٤) وخامساً ان قوساً مفروضة على سطح الارض تقيس زاوية واحدة عند المركز تقريباً



شكل ٤

(٩) انخفاض الافق هو ابتعاد الظاهر لناظر مرتفع عن مساواة سطح الارض ويتضح ذلك من الشكل الرابع. فليكن او على جبل وزو خطاً عمودياً على سطح الارض فان أُخرج على استقامته ينتهي الى المركز وليكن حر عمودياً على زس فاذا أُخرج الى المقعر السماوي يقسمه الى اعلى واسفل كما تقدم (حد ١١) وليكن داي الجزء من سطح الارض الظاهر عند وليكن ود وي خطين مستقيمين من موضع الناظر الى افق الارض اي ماسين لسطح الارض وس د

اوس ي نصف قطر الارض فتكون الزاوية حود او روي انخفاض الافق اما الزاوية زود او زوي فنقاس بسهولة ثم ان طرح منها زوج اي قائمة تبقى حود او نقاس س ود ثم اطرحها من القائمة س وح فتبقى حود وهي المطلوبة. ثم اذا عرفنا س داي نصف قطر الارض نستعلم الضلعين س وود ومن

المثلث دس و ومكنا وجد ان الخطوط الخارجة من والى الافق الى اية جهة كانت هي متساوية وينتج من ذلك ان حد النظر دائرة وذلك مهما كان الارتفاع عن سطح الارض ولا يصح ذلك الا في سطح كروي

(١٠) ثم ان زاوية انخفاض الافق اي حود = وس د وتُستعمل لاي علو فرض لانه في المثلث ودس لنا س د وس و والثابتة ودس. اجعل س ونصف قطر فتكون النسبة لاستعلام الزاوية وس د هذه

س و : ق : س د : ن ج وس د (٥)

(انظر كتابي في حساب المثلثات النظرية الثانية صحيفة ٦٧) فلنفرض او = ١.٠٠ قدم ونصف

قطر الارض هو ٢٢٥٦ ميلاً = ٢٠٨٨٧٦٨٠ قدماً اي س و = ٢٠٨٨٧٧٨٠

نسب ق : س د = ١.٠٠٠٠٠٠٠

نسب ٢٠٨٨٧٦٨٠ = ٧'٢١٩٨٩٠

١٧'٢١٩٨٩٠

نسب ٢٠٨٨٧٧٨٠ = ٧'٢١٩٨٩٢

نظير جيب وس د = ٩'٩٠٩٩٩٨ = ١٠

ويقتضي لذلك اصلاح قليل لسبب الانكسار الارضي فيصير ٩'٥١ = زاوية س او ح و اذا ارتفع الناظر مئة قدم ثم يتعين قيمات مختلفة للخط او من قدم واحد الى حد ما بشاء يستعمل انخفاض الافق لاي علو فرض. انظر الجدول الحادي عشر من كتابي في التماثيل فانه يفيد معرفة اصلاح اللازم لاستعلام ارتفاع جرم سماوي فوق الافق الحقيقي متى كانت الآلة المستعملة مرتفعة عن سطح الارض مثاله (شكل ٤) ليكن ن نجماً مطلوب ارتفاعه فوق الافق الحقيقي ح و ر فنقاس بالزاوية الزاوية ن ود ولتكن ٦٠ مثلاً ولنفرض ارتفاع الآلة ٢٠ قدماً فنحسب الجدول يجب ان تطرح ٤'١٤ من ٦٠ فيبقى ٥٥'٥٥ = ارتفاع النجم فوق الافق الحقيقي

ثم بعكس العمل المذكور يستعمل ارتفاع مكان فوق مساواة سطح البحر اذا فرضت زاوية انخفاض افق. فلنا في المثلث ودس الضلع دس والزوايا س ود ودس دس ومنها نستعمل الضلع س و ثم اطرح من س ونصف قطر الارض اي س ا فيبقى او اي ارتفاع المكان عن مساواة البحر والنسبة هي هذه

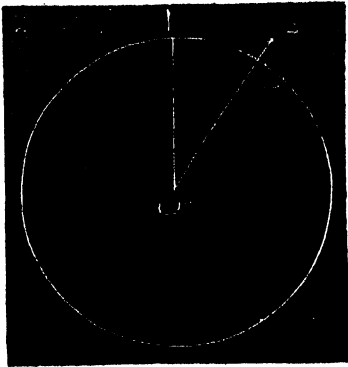
نظير جيب وس د : س د : ق : س و (٦)

مسئلة. صعد سائح الى راس جبل ووجد زاوية انخفاض الافق ٢ فكم قدم علو الجبل

(الجواب ١٢٧٥٢ قدماً)

(١١) يكفي ما تقدم ذكره برهاناً على كروية الارض وقد نأكد ايضاً انها ليست كرة نامئة بل هي مسطحة قليلاً من ناحيتي القطبين وقطرها القطبي اقصر من القطر الاستوائي بنحو ٢٦ ميلاً فسميت الارض شبه كرة (ع) وسياتي الكلام بكيفية استعمال ذلك ان شاء الله

(١٢) قطر الارض القطبي = ٧٨٩٦' ١٧ ميلاً والقطر الاستوائي = ٧٩٢٥' ٦٤ والمعدل ٧٩١٢' ٤ ومحيطها ٢٤٧٥٧' ٥ وفي اصطناع كرة شبيهة بالارض لا يُعَدُّ بارتفاع بعض اجزاء سطحها وانخفاض البعض لان اعلى جبالها لا يفوق خمسة اميال علواً اي $\frac{0}{7912} = \frac{1}{1082}$ من قطرها واعنى البحر $\frac{10}{1000}$ من قطرها وذلك في كرة قطرها $\frac{1}{2}$ ا قدم يكون $\frac{1}{88}$ من قيراط



شكل هـ

تنبيه . القيراط $\frac{1}{27}$ من ذراع

(١٣) ان حسبنا الارض كرة نامئة يتوصل الى معرفة قطرها بالنظر الى راس جبل معروف ارتفاعه من الافق في البحر مثالة (شكل هـ) ليكن ب د جبلاً علوه = ت ولنفرض مقام الناظر عند ا فيترايا له راس الجبل في الافق ولنفرض الخط

ا د = ب ميل ولنفرض نصف قطر الارض اي اس = ك ثم (حسب اقليدس ك ا ق ٤٧)
 $ك + ب = (ك + ت) \text{ اي } ك + ب = ك + ٢ك + ت$

$$\text{وبالمقابلة } ٢ك + ب - ت = ٢ك \quad (٧)$$

ثم لنفرض علو الجبل اي ب د ميلاً واحداً فيكون الخط ا د اي ب حسباً يُعلم من الامتحان ٨٩ ميلاً ثم بالتعويض

$$\frac{ب - ت}{٢} = \frac{١ - (٨٩)}{٢} = \frac{١ - ٧٩٢١}{٢} = \frac{٢٩٦٠}{٢} = \text{نصف قطر الارض وقطرها} = ٧٩٢٠ \text{ ميلاً}$$

(١٤) لنا واسطة اخرى لاستعلام قطر الارض قد استعملت منذ قديم الزمان وهي ان نقاس على سطح الارض درجة من العرض فيؤخذ لذلك مكانان احدهما الى شمالي الآخر وعرضهما معروف ولنفرض فضلة عرضيهما ٢٠' ١ ثم لنفرض المسافة بينها بالنقياس ١٠٢' ٥ اميال ثم لان كل دائرة = ٢٦٠

$$٢٦٠ : ٢٠' ١ :: ١٠٢' ٥ : ٢٤٨٤ = \text{محيط الارض}$$

وحسب اقليدس (ق ١ ك ١٣) $\frac{٢٤٨٤}{٣٦١٤١٩} = ٧٩٠٩$ فيبان من هذه الاقيسة المختلفة ان قطر الارض

لا يختلف كثيراً عن ٨٠٠٠ ميل . وبعد مقابلة ادق القياسات قد صبح ان

محيط الارض ٢٤٨٥٧ ميلاً

والقطر (٢٤٨٥٧ + + ٢٤٨٥٧) = ٧٩١٢٤ ميلاً

ودرجة واحدة من المحيط ٢٦٥٠٠٠ قدم

وثانية واحدة نحو ١٠٠ قدم

القطر الاستوائي ٤١٨٤٨٣٨٠ قدماً

والقطبي ٤١٧٠٨٧١٠ قدماً

وقد انضح ايضاً ان المحيط الاستوائي ليس بدائرة تامة بل هليلجي قطره الاطول = ٤١٨٥٢٨٦٤ قدماً والاقصر = ٤١٨٤٢٨٩٦ قدماً والاطول ماراً من طول ٢٣°١٤ شرقي الى ١٩٤° شرقي من كرينوج وهو اطول من العمودي عليه بميلين

(١٥) ان الاوهام المسئولية على العقل وخاصة من جهة الفوق والاسفل هي من اعظم الموانع لادراك علم الهيئة ولاجل ازالتهما يجب على المتعلم ان يتصور الارض في فكره على هيئة كره مثل نقطة في الكون محاطة بالاجرام السموية من كل الجهات ولا يتصور الفوق والاسفل الا بالنسبة الى جهة مركز الارض اي فوق الى خلاف جهة المركز واسفل نحو المركز

الفصل الثاني

في الحركة اليومية والكرات المصطنعة وبعض المسائل الفلكية

(١٦) حركة الاجرام السموية اليومية الظاهرة من الشرق الى الغرب انما هي حاصلة بالحقيقة من دوران الارض على محورها من الغرب الى الشرق ولو توهم اخراج نصف قطر دائرة خط الاستواء الى المنقر السماوي لرسم بدوران الارض اليومي خط استواء سماوي والاجرام السماوية تترايا كأنها تنحرك في دوائر توازي الدائرة المشار اليها ولكل جرم دائرة مخصصة به وتسمى هذه الدوائر دوائر الحركة اليومية كما علمت وعند ما يتصور في العقل تصوراً جلياً حقيعية حركة الارض على محورها فيثبت في مجوز استعمال القول الخارج بدوران الاجرام السماوية من الشرق الى الغرب من واحدة كل يوم في دوائر توازي بعضها بعضها وتوازي خط الاستواء ايضاً

(١٧) ان مدة دوران نجم من خط نصف النهار حتى يعود اليه ايضاً سي يوماً نجمياً وهو مدة دوران الارض على محورها مرة واحدة وبالمراقبة نجد هذه الاوقات جميعها متساوية أياً كان النجم المراقب فتكون الايام النجمية متساوية ابداً ويبرهن بذلك ايضاً ان النجوم لا تتغير اماكنها بنسبة بعضها الى بعض وهذه الحقيقة مطابقة لكون حركاتها الظاهرة من قبل حركة واحدة حقيقية اي دوران الارض. اما الشمس والقمر والسيارات فانها تدور بالظاهر كالنجوم غير انها لا تعود الى النقطة المعينة من خط نصف النهار في اوقات متساوية كما ستعلم ان شاء الله

(١٨) في الكرة المائلة (حد ٢٠) لا تقطع الدوائر اليومية الافق بالتساوي والى جهة القطب المرتفع تكون أكثر من نصف تلك الدوائر فوق الافق وبالعكس الى جهة القطب المنخفض فمتى كانت الشمس على خط الاستواء يكون الليل والنهار متساويين في جميع الاماكن على سطح الارض لان خط الاستواء والافق كسائر الدوائر العظام تنصف احدهما الاخرى ومتى كانت الشمس الى شمالي خط الاستواء يكون النهار اطول من الليل في كل مكان الى شمالي ذلك الخط ومتى كانت الى جنوبيه يكون الليل اطول من النهار وبالعكس ذلك في نصف الكرة الجنوبي وكل ما زاد العرض زاد اختلاف الليل والنهار كما يتضح من النظر الى الكرة الارضية وعلى خط الاستواء هما متساويان ابداً

(١٩) ان الحركات اليومية لا يمكن التعليل عنها الا بدوران الكرة السماوية حول الارض مرة واحدة في كل ٢٤ ساعة او بدوران الارض على محورها مرة واحدة في تلك المدة والخيار هو المذهب الثاني لاسباب شتى سيأتي ذكرها في محالها وهذه الحركة لا نشعر بها لاستمرارها كما اننا احياناً لا نشعر بحركة سفينة نركبها بل يترأى لنا كأننا ثابتون في مكان واحد وان الاشياح حولنا تتحرك الى جهة خلاف جهة حركتنا

(٢٠) اننا ما دمنا في مكان واحد على سطح الارض لا يتغير افقنا بالدوران اليومي لانه يدور معنا فلنفرض مقامنا على خط الاستواء عند شروق الشمس فافقنا الحقيقي يمر بالفطين ويمر بمرکز الشمس ثم بدوران الارض من الغرب الى الشرق يوطأ الافق تحت الشمس اكثر فاكتر ١٥° كل ساعة فيترايا لنا كأن الشمس تصعد فوق الافق هذه المسافة نفسها فيبعد ست ساعات يكون الافق قد انخفض تحت الشمس ٩٠° فتكون الشمس فوق رؤوسنا تماماً وبعد ست ساعات أخر تكون الشمس في النقطة الغربية من افقنا ثم يصعد افق فوق الشمس فتعني عناً وتبقى مخفية ١٢ ساعة الى ان تصل اليها ايضاً النقطة الشرقية من الافق فيبتدئ نهار آخر

(٢١) ثم لنفرض مقامنا عند القطب فسطح افقنا حينئذ يطاق خط الاستواء وينقطع الشمس في مركزها فنراها تتحرك في الافق نصفها فوقه ونصفها تحته بشرط كون الشمس ثابتة او بالاحرى

أدير الكرة حتى يقع المكان المفروض تحت منطقة النحاس فنرى على المنطقة فوق المكان عرضه وعلى خط الاستواء تحت المنطقة طوله

ما هو طول بيروت وعرضها - دمشق - القسطنطينية - باريس

(٢) مفروض عرض مكان وطوله مطلوب موقعة

أدير الكرة حتى يقع الطول المفروض تحت المنطقة ثم تحت العرض المفروض على المنطقة نجد المكان

أي مكان في ٢٩° ع ش و ٧٧° طغ

حاشية. ان اردت معرفة كم ميلاً يدور موطن مفروض كل ساعة بحركة الأرض اليومية فاستعلم الاميال في درجة من الطول في المكان المفروض واضرب الاميال في ١٥ فا كانت فهو الجواب. مثاله لو قيل كم ميلاً تدور حلب كل ساعة لقيل عرض حلب = ٣٦° ١١' تقريباً وفي ذلك العرض ٤٨ ١/٢ ميلاً في درجة من الطول و ٤٨ ١/٢ × ١٥ = ٧٢٧ ١/٢ ميل في الساعة

(٣) لكي نستعلم بالكرة جهة موطن من آخر والبعد بينهما

قوم الكرة لعرض احد المكانين وركب ربع الارتفاع على سمت الراس واجعله يمر بالمكان الآخر ثم في دائرة السموت على الافق الخشبي نجد الجهة وعلى الربع نجد كم درجة بينهما ونحوّل الدرجات الى اميال اعني ادية بضربها في ٦٩ ١/٢ والى اميال جغرافية بضربها في ٦٠

ما هي جهة القسطنطينية من دمشق وما هو البعد بينهما

(٤) لكي نستعلم فضلة وقت مكانين بالكرة

أدير الكرة حتى يقع شرفيها تحت المنطقة النحاسية واجعل العقرب على ١٢ ثم أدير الكرة شرقاً حتى يقع المكان الآخر تحت المنطقة فالساعة المدلول عليها بالعقرب هي المطلوب وان عُرِف طول المكانين نحل المسئلة بنحويل فضلة طولها الى وقت كما تقدم

متى كان الظهر في بيروت فما هو الوقت في جزائر صندويج

(٥) مفروض وقت مكان ومطلوب الوقت في مكان آخر مفروض

استعلم الفرق بين طولي المكانين وحوله الى وقت ثم ان كان المطلوب وقته الى شرقي الآخر فاضف الفرق الى الوقت المفروض وإلا فاطرحه منه

ما هو الوقت في كتون متى كان الساعة التاسعة في بيروت

(٦) لاستعلام المتخالفين فصلاً والمتخالفين وقتاً والمتخالفين وقتاً وفصلاً مكان مفروض

قدم المكان المفروض الى المنطقة ثم في نصف الكرة الآخر تحت المنطقة في عرض المكان المفروض

تجد المتخالفين فصلاً ثم اجعل العقرب على ١٢ وادر الكرة الى ان يقع العقرب على ال ١٢ الآخر ثم تحت المنطقة على عرض المكان المفروض تجد المتخالفين وقتاً وفي نصف الكرة الآخر تحت العرض المفروض تجد المتخالفين وقتاً وفصلاً

تنبيه . المتخالفون وقتاً يتفقون فصلاً والمتخالفون فصلاً يتفقون وقتاً والمتخالفون وقتاً وفصلاً هم في جهات متقابلة من الكرة ويمشون قدماً لقدّم

ما الاماكن المتخالفة وقتاً والمتخالفة فصلاً والمتخالفة وقتاً وفصلاً لمدينة دمشق - بغداد

(٧) لاجل تقويم الكرة لكي ندل على موقع الشمس

خذ يومك من الشهر وتجاهه على الافق الخشبي تجد موقع الشمس في دائرة البروج لذلك اليوم ثم عين ذلك المكان من دائرة البروج نفسها وقدمه الى المنطقة وضع العقرب على ١٢ فتكون الكرة على مشابهة حالة الارض في ذلك النهار قوم الكرة ليومك هذا

(٨) مفروض عرض مكان مطلوب من الكرة وقت طلوع الشمس وغروبها ليوم معين في

ذلك المكان

قوم الكرة للعرض وقدم مكان الشمس في دائرة البروج الى المنطقة واجعل العقرب على ١٢ ثم ادر الكرة شرقاً الى ان يقع مكان الشمس على مساواة الافق الخشبي فالساعة المدلول عليها بالعقرب هي وقت طلوع الشمس ثم ادر الكرة غرباً الى ان يقع مكان الشمس على مساواة الافق فتكون الساعة المدلول عليها وقت الغروب

اية ساعة تشرق الشمس واية ساعة تغيب في مكانك يومك هذا

(٩) مفروض مكان في المنطقة المحارة مطلوب اي يومين من السنة تكون الشمس في سمت

الراس له

قدم المكان المفروض الى المنطقة وعين عرضه ثم ادر الكرة وعين النقطتين من دائرة البروج اللتين تمران تحت ذلك العرض ثم اطلب نيتك النقطتين على الافق الخشبي وتجاهها تجد المطلوب في اي يومين من السنة تكون الشمس في سمت الراس لمدينة مدرس - كويتو - جزيرة مار هيلانة

(١٠) مفروض الشهر ويومه في مكان ليس في احدى المنطقتين الباردتين مطلوب اية يوم

آخر من السنة بعدله طولاً

استعلم مكان الشمس في دائرة البروج لليوم المفروض وقدمه الى المنطقة وعين الدرجة من العرض فوقه ثم ادر الكرة حتى تقع نقطة اخرى من دائرة البروج تحت ذلك العرض واطلب تلك

النقطة في الافق الخشبي فتري تجاهها اليوم الآخر او بدون الكرة كل يومين على بعد واحد من اطول ايام السنة او اقصرها هما متساويان

اي يوم آخر من السنة = ٢٥ نيسان

(١١) مطلوب طول النهار الاطول في مكان مفروض في المنطقة المتجهة الشمالية ارفع القطب او اخفضه حتى يقع المكان المفروض تحت النقطة الشمالية من الافق وعين بعد عن القطب على منطقة النحاس وعين هذا البعد ايضاً على المنطقة من خط الاستواء شمالاً ثم ادر الكرة وعين النقطتين من دائرة البروج اللتين تمران تحت الدرجة المعينة واطلبها في الافق الخشبي فتجد تجاهها اليومين اللذين فيها يبتدئ النهار الاطول وينتهي في المكان المفروض والايام بينها هي طول النهار الاطول في المكان المفروض

ما هو طول النهار الاطول في شمالي جزيرة سپينسبركن وفي اي يوم يبتدئ وفي اي ينتهي

ما هو طول النهار الاطول عند القطب الشمالي وفي اي يوم يبتدئ وفي اي ينتهي

(١٢) مطلوب طول الليل الاطول في مكان مفروض في المنطقة المتجهة الشمالية افعل كما تقدم في العملية السابقة وعدّ الدرجات من خط الاستواء جنوباً وتمّ العمل كما تقدم ما هو طول الليل الاطول في الراس الشمالي

قد تشق بعض اهل هولندا في زمبلا الجديدة عرض $٧٦^{\circ} ٢٠'$ شمالي في سنة ١٥٩٦ ففي اي يوم من اي شهر غابت عنهم الشمس وفي اي يوم اشرقت وكما يوماً بقيت غائبة

(١٣) مطلوب عدد الايام التي فيها تشرق الشمس وتغيب في مكان مفروض من المنطقة المتجهة الشمالية

استعلم طول النهار الاطول والليل الاطول في المكان المفروض حسباً تقدم واجمعها واطرح المجتمع من ٢٦٥ فما كان فهو عدد الايام التي فيها تشرق الشمس وتغيب كل ٢٤ ساعة في المكان المفروض كم يوماً من السنة تشرق الشمس وتغيب في الراس الشمالي عرض $٧١^{\circ} ٢٠'$

الجواب ٢١٥ يوماً

(١٤) مطلوب سعة الشمس في مكان مفروض

قوم الكرة لعرض المكان المفروض واستعلم موضع الشمس في دائرة البروج وادر الكرة حتى يقع موضعها تحت الجزء الشرقي من الافق فتري تجاهه سعة الشروق ثم ادرها الى ان يقع مكان الشمس تحت الجزء الغربي من الافق فتري تجاهه سعة الغروب

في اية جهة تشرق الشمس وتغيب في مكانك في ٢١ تموز

في مكان في ٢٢ ك ١٨٢٧ في ٢١° ٢٨' عرض جنوبي و ٨٣° طول غربي غابت الشمس في الجنوب الشرقي حسب المحك فكم هو انحراف الابرة

(١٥) مفروض عرض المكان ويوم الشهر مطلوب الساعنان من النهار فيها تكون الشمس الى جهة الشرق والغرب تمامًا

قوم الكرة لعرض المكارن واستعلم مكان الشمس في دائرة البروج وقدمه الى المنطقة واجعل المغرب على ١٢ ثم ركب ربع الارتفاع على العرض المفروض وضع طرفه على النقطة الشرقية ثم ادر الكرة حتى يقع مكان الشمس على حد الربع فتكون الساعة المدلول عليها بالمغرب هي التي فيها تكون الشمس الى جهة الشرق وهكذا في الجهة الغربية

في اية ساعة تكون الشمس الى جهة الشرق من مكانك في ٢١ حزيران - في ٢١ ك ١

(١٦) مفروض ارتفاع الشمس وقت الظهر ويوم الشهر مطلوب عرض المكان

اطرح ارتفاع الشمس من ٩٠ فيكون الباقي بعد الشمس عن سمت الرأس ثم من احد الجداول ليل الشمس استعلم ميلها للوقت المفروض فان كان جنوبياً فاطرحه من الباقي المذكور والا فاضفه اليه فاكان فهو العرض

مفروض في ١٠ آبار ارتفاع الشمس وقت الظهر ٥٠° وهي الى جهة الجنوب من الناطر فاهو عرض المكان

$$٩٠ - ٥٠ = ٤٠ = \text{البعد عن سمت الرأس}$$

$$\text{ميل الشمس} = ١٧^\circ ٢٩' \text{ شمالي}$$

$$٥٧^\circ ٢٩' = \text{العرض وهو شمالي}$$

(٣٠) مسائل على الكرة السماوية

(١) لاستعلام ميل جرم سماوي وصعوده المستقيم

قدم موضع الجرم الى المنطقة النحاسية فتكون الدرجة فوقه الميل والتي تقابلها على خط الاستواء هي الصعود المستقيم

ما هو ميل النسر الواقع وصعوده المستقيم - الطائر - فم الحوت - الغول - رجل الجبار - الشعري البانية - الشعري الشامية - الشمس في ٥ حزيران

(٢) لتقويم الكفة حتى تدل على هيئة السماء في وقت مفروض

قومها لعرض المكان المفروض وقدم موضع الشمس الى المنطقة وضع المغرب على ١٢ ثم ادر

الكرة غرباً حتى يدل المغرب على الساعة المفروضة فيدل حينئذ على هيئة السماء في ذلك الوقت
قوم الكرة للدلالة على هيئة السماء في ليلتك هذه في الساعة العاشرة (بظ)

(٢) لاستعلام ارتفاع نجم وسموته في وقت مفروض

قوم الكرة لعرض المكان وركب ربع الارتفاع على سمت الراس واجعله يمر على النجم المفروض
فيكون جزء الربع الواقع بين النجم والافق هو الارتفاع والقوس من الافق الواقعة بين المنطقة والربع
هي السموت

ما هو ارتفاع الشعري البمانية وسموتها ليلتك هذه الساعة العاشرة بظ - مرق من المرأة
المسلسلة - مغر من الدب الأكبر - كف من ذات الكرسي - العيوق - قلب الأسد - السنبلة -
السمك الراح

(٤) لاستعلام البعد بين نجمين

ضع الصفر من ربع الارتفاع على احدهما فتكون النقطة منه الواقعة على الآخر دالة على البعد بينهما
ما هو البعد بين الفرقدين - بين نجوم نطاق الجبار

(٥) مفروض العرض واليوم من الشهر مطلوب ارتفاع الشمس وقت الظهر
قوم الكرة للعرض وقدم موضع الشمس الى المنطقة وعين الدرجات بينة وبين سمت الراس
فيكون متم تلك القوس ارتفاع الشمس في الوقت المفروض
ما هو ارتفاع الشمس وقت الظهر يومنا هذا

(٦) مفروض الصعود المستقيم لجرم سماوي وميله مطلوب مكانه على الكرة
قدم درجة الصعود الى المنطقة ثم خذ درجة الميل من المنطقة فيكون موقع الجرم تحتها
اي نجم له ٢٦١° ٢٩' صعود مستقيم و ٥٢° ٢٧' ميل شمالي

(٧) مفروض طول جرم وعرضه مطلوب موقعه
ضع صفرًا من ربع الارتفاع على الطول المفروض في دائرة البروج والطرف الآخر على قطبها
فتري مكان الجرم تحت العرض المفروض من ربع الارتفاع
اي نجم له ١٦° ١٦' من الطول و ٢٦° ١٢' من العرض الشمالي

(٨) مفروض اليوم والساعة والغرض مطلوب النجوم الطالعة والاقلة والواصلة الى خط

نصف النهار

قوم الكرة للعرض وقدم موضع الشمس الى المنطقة واجعل المغرب على ١٢ ثم ان كانت الساعة
المفروضة في ظ فادرك الكرة شرقاً حتى يمر المغرب على ساعات تماثل الوقت بين المفروض والظهر

وان كان ب ظ فادرها غرباً حتى يستقر العقرب على الساعة المفروضة وعلى كلا الحالين تكون النجوم الواقعة على الافق الشرقي طالعة والواقعة على الغربي آفلة والواقعة تحت المنطقة على خط نصف النهار

ما هي النجوم الطالعة والآفلة الخ في ساعة ٩ ليلتك هذه

ما هي النجوم التي لا تغيب عنك في عرضك

(١) مفروض العرض واليوم من الشهر مطلوب كم تطلع الزهرة قبل الشمس ان كانت نجم

الصبح وكم تغيب بعد الشمس ان كانت نجم الغروب

اطلب طول الزهرة وعرضها من الجداول اليومية وعين مكانها على الكرة ثم قدم موضع الشمس الى المنطقة فان وقعت الزهرة عن يمين الشمس كانت نجم الغروب والآفهي نجم الصبح ثم ان كانت نجم الغروب فقدم موضع الشمس الى الافق الغربي وضع العقرب على ١٢ وادر الكرة غرباً الى ان تغيب الزهرة فيدل العقرب على المطلوب وان كانت نجم الصبح فعكس العمل وهذه القاعدة تصلح لبقية السيارات ايضاً

الزهرة آهي نجم الصبح او نجم الغروب يومك هذا

اية ساعة يطلع المشتري واية ساعة يغيب - المريخ - زحل - عطارد

تنبيه . ان المسائل الماضية على الكرة الارضية والسماوية هي البعض القليل من مسائل كثيرة

تحلّ بهما ولا داعي لذكر اكثر منها لان الفطن ينتبه اليها من نفسه بعد ما يتقدم قليلاً في علم الهيئة

الفصل الثالث

في زاوية الاختلاف والانكسار والشفق

(٢١) انتقال ناظر يحدث انتقالاً ظاهراً في المنظورات سمي الحركة الاختلافية ومقدار تلك

الحركة هي الزاوية الاختلافية فزاوية الاختلاف هي التي تقبسها قوس الاختلاف الظاهري في موقع جرم

بالنظر اليه من اماكن مختلفة مثالة في شكل ٦ لتكن الارض س ح الافق ح ز ربع دائرة عظيمة بين

الافق وسمت الراس وي ف غ ح مواقع القمر مثلاً على درجات مختلفة من الارتفاع فوق الافق فان

ناظرًا اليه من ا على سطح الارض متى كان في ي براه بين الثوابت في ح وناظرًا اليه من س اي من

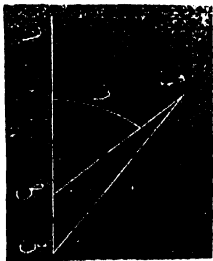
ثم لما كانت زاوية الاختلاف α جيب البعد عن سمت الرأس فلنفرض $\phi =$ الاختلاف
الافقي وف $=$ الاختلاف على ارتفاع مفروض فوق الافق فلنا

$$(10) \quad \phi : \alpha :: \text{جيب البعد عن سمت الرأس} : \text{جيب } 90^\circ$$

$$\text{وبالتحويل } \phi = \frac{\alpha \times \text{جيب } 90^\circ}{\text{جيب البعد عن سمت الرأس}}$$

$$(11) \quad \phi = \frac{\alpha}{\text{جيب البعد عن سمت الرأس}}$$

اي الاختلاف الافقي $=$ الاختلاف في الارتفاع منسوماً على جيب البعد عن سمت الرأس



افرض ϕ = d (شكل ٦)

ρ = ϕ

Z = ϕ

z = ϕ

$$(12) \quad \text{فلنا جيب } z = \frac{\rho}{\alpha} \times \text{جيب } Z$$

ان صارت Z صفراً يصير $\frac{\rho}{\alpha}$ صفراً ايضاً واذا كان الاختلاف صفراً لاية قيمة فرضت للزاوية

Z يكون $\frac{\rho}{\alpha}$ صفراً ايضاً اي تغير مكان الناظر لا نسبة حيث يثبته وبين بعد الجرم المنظور اليه

(٢٤) نرى ما سبق انه اذا عرفنا زاوية الاختلاف لجرم على ارتفاع ما فوق الافق نستعلم

الزاوية التي بقابلها قطر الارض راسها في الجرم وايضاً ان عُرف الاختلاف الافقي نستعلم منه الاختلاف لاي ارتفاع فُرض لانه بالمعادلة السابقة

$\phi = \alpha \times \text{جيب البعد عن سمت الرأس}$ فني انتهى جرم الى سمت الرأس فلا اختلاف له ومعظم

اختلافه هو اختلافه الافقي فان وُجد بالمراقبة ان اختلاف القمر هو على 52° من سمت الرأس =

$$45' \text{ فلنا } \alpha : 52^\circ :: \phi : 45' \Rightarrow \phi = 21' 56'' = \text{اختلافه الافقي}$$

(٢٥) يتضح من شكل ٦ ان الاختلاف يربنا جريماً او طاماً هو حقيقة اي او طاماً ما كان لو

نُظر اليه من مركز الارض الآمني كان في سمت الرأس فني قيس ارتفاع جرم بماوي يجب ان تضاف

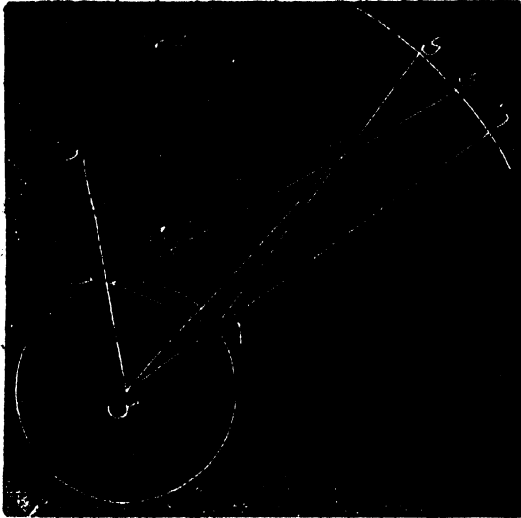
اليه زاوية الاختلاف لكي يُعلم ارتفاعه الحقيقي الآل نجوم الثوابت التي لا اختلاف لها كما ستري وان قيس

ارتفاع جرم عند وصوله الى خط نصف النهار يكون له اختلاف في الميل فقط وقبل وصوله الى ذلك

ان الفرق بين قوس صغير وجيبها لا يبعد به (انظر كنياني في التعاليم ص ١١٥)

الخط وبعد زواله عنه يكون له اختلاف في الميل اي الى جهة القطب وفي الصعود اي الى جهة الافق
احدها عمودياً على خط الاستواء والآخر على موازاته ونرى ايضاً من الشكل ان الاختلاف يتغير حسب
بعد الجرم عن مركز الارض وسوف ترى ان جميع الاجرام السماوية تدور في افلاك هليلجية فتكون
احياناً اقرب الى الارض واحياناً ابعد عنها فيختلف هذا الاختلاف حسب البعد والقرب وان
احتجت الى معرفة هذا الاختلاف فاطلبه من الجداول اليومية للاجرام السماوية المحسوبة لكل سنة
بمفردها اذ لا يمكن ان يصنع لذلك جدول واحد يصلح لكل السنين كما ستعلم غير انه بوضع جدول
نقري لاختلاف الشمس لان زمان بعدها الابعد وبعدها الاقرب في سنين مختلفة لا يتغير اكثر من
يوم واحد وتغير يوم واحد لا يجعل تغيراً يشعر به في اختلافها والأولى ان يؤخذ ذلك من الجداول
السنية اما اختلاف الشمس حسب ارتفاعها فوق الافق واختلاف السيارات حسب ارتفاعها

وحسب اختلافها الافقي فدلول عليه بالجدول
الثالث



وكيفية علم ان تضرب الجيب الطبيعي للبعد
عن سمت الراس في الاختلاف الافقي وعلى هذا
السييل نستعلم الاختلاف للدرجات من الارتفاع
غير المذكورة في الجدول

(٢٦) فلنذكر الآن كيفية استعمال اختلاف

الافقي للقمر

شكل ١

ليكن اوب (شكل ١) مكانين على سطح الارض

تحت خط واحد من خطوط نصف النهار وليكن احدهما في شمالي اوروبا والآخر في راس الرجاء
الصالح وعرض كل منهما معروف فيعرف من ذلك القوس اب والزاوية اس ب فليراقب القمر
من المكانين معاً فعند م ورو بالهاجرة براه المراقب ا عند ي والبعد عن سمت م = زاوية زاي والمراقب
ب براه عند ي والبعد السمتي = زب ي فيعرف متم كل واحدة منها اي راس م ب س ثم في
المثلث المتساوي الساقين اس ب استعلم الزاوية ا والزاوية ب والضلع اب واطرح احدها من م اس
م ب س تبقى م ب ا م اب اما اب فمعروف فيستعلم ام وبهم ثم في المثلث ام ب لنا الزاوية عند اوام
واس فتمتعلم امس وهي الاختلاف لمقام عند ا والبعد السمتي زاي

وان لم يكن المراقبان على هاجرة واحدة

فلنفرض ه = تغير البعد السمتي بين تكبد بن

λ = فرق الطول بين الهاجرتين

δ = تغير البعد السمتي في المرور من هاجرة الى هاجرة فلنا

$$(١٢) \quad \frac{\delta \times \lambda}{\sqrt{٢٤}} = \delta : \lambda :: \delta : \sqrt{٢٤}$$

ان كان البعد السمتي تحت زيادة في المقام الشرقي يضاف δ الى البعد السمتي في ذلك المقام والّا فيطرح فهو البعد الذي للرأب على المقام الغربي وعلى هذه الكيفية استعلم لاكابل ولا لاند الفرنسيان ان اختلاف القمر الافقي وكان الواحد منها في راس الرجاء الصالح والآخر في برلين وهكذا استعلم ايضا اختلاف المريخ بمراقبة لاكابل في راس الرجاء الصالح وورجتين في استوكهولم

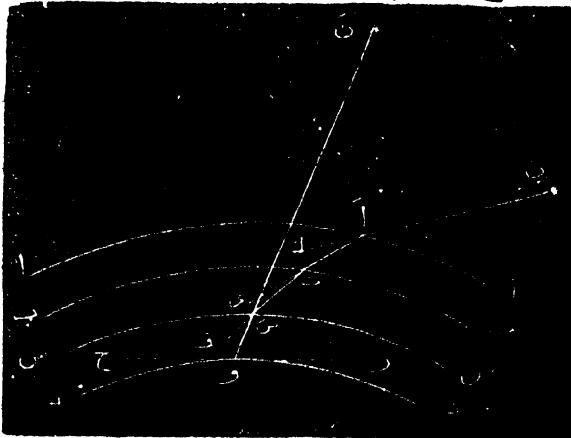
(٢٧) اختلاف الشمس الافقي لا يستعلم بهذه الوسطة لسبب بعدها وصغر زاوية اختلافها بل يستعلم بمراقبة عبور الزهرة على وجه الشمس وسماتي الكلام بذلك في موضعه

(٢٨) ان معرفة الاختلاف الافقي لجرم سماوي امر معتبر اذ به نستعلم بعد الجرم عن مركز الارض مثالة ان عرفنا الزاوية ايمس (شكل ٦) ونصف قطر الارض معروف فلنا في المثلث ايمس زاوية قائمة عند ا (وان لم تكن قائمة في الشكل) وبقيت الزوايا والضلع اس فنستعلم بالسهولة الوتر س ي ايم بعد الجرم عن مركز الارض

تنبيه . اختلاف الشمس الافقي لا يزيد عن ٩" واختلاف بعض السباوات اقل من ذلك

في الانكسار

(٢٩) قد راينا ان الاختلاف يخفض ارتفاع الاجرام السماوية الظاهر واما الانكسار فيزيد



شكل ٩

ارتفاعها الظاهر وهو يفعل في البعيدة والقريبة على حد سواء لانه يحصل من انكسار شعاع النور الواصلة الى العين بواسطة مرورها في كثرة الهواء فلنفرض كثرة الهواء مركبة من صفائح متضعة مثل ا ا ب ب س س د د (شكل ٩) ونعلم ان الهواء بزداد كثافة كلما اقترب الى سطح الارض وبالنسبة تزيد قوة لكسر الشعاع

فليكن ن نجما ولنقع منه شععة ن ك ولندخل الهواء عند ا فتكسر الى جهة ايم وعند ب اذ

يكون الهواء قد زاد كثافة تنكسر الى جهة ب ف وعند س الى جهة و فيترايا النجم في جهة وس اي عند ن ويكون مرور الشعنة على قوس دائرة من أ الى و



شكل ١٠

(٤٠) متى كان جرم سماوي في سمت الرأس تقع الشعاع منه عمودية على مسكة الهواء فلا تنكسر ويكون الانكسار على معطو متى كان الجرم في الافق واذا كان مقداره متعلقا على نوع ما بكثافة الهواء فيزيد او يقل بالنسبة الى كثافة الهواء وهي تختلف باختلاف الحرارة والعلو فيختلف الانكسار باختلاف البارومتر والترمومتر

(٤١) لنفرض (شكل ١٠) ز = زاص = البعد عن سمت الرأس المعروف بالرصد

ر = صاص = الانكسار لذلك البعد عن سمت الرأس

ع = علو الزيتق في البارومتر

ح = حرارة الهواء بالترمومتر

ت = مسي تمدد الهواء لكل درجة فارنهایت

ب = مسي تمدد الزيتق لكل درجة فارنهایت

فحسب عبارة لير والمعتد عليها الآن

$$R = 0.00012017 \times Z \times \frac{B \times (C - 50) + 1}{(C - 50) + 1} \times \frac{E}{20} \times 0.00012017 - 1$$

$$(14) \quad \text{قاطع ز} + 2 \times \frac{C}{Z} \times 0.00012017 - 1$$

ويجوز ترك الضلع الاخير من هذه العبارة الا اذا كان البعد السمي كثيرا . متى كان ع = ٢٠

وح = ٥٠ نصير العبارة بعد ترك الضلع الاخير

$$(15) \quad \text{معدل ر} = 0.00012017 \times \text{ماس ز} \times (0.00012017 - 1) \times \text{قاطع ز} = A$$

الحاصل من هذه العبارة مها كانت قيمة ز مسي معدل الانكسار اي ما كان لو كان البارومتر

على ٢٠ والترمومتر على ٥٠

ولغير ذلك من البارومتر والترمومتر

$$(١٦) \quad \frac{b \times (c - ٥٠) + ١}{c \times (٥٠ - c) + ١} \times \frac{c}{٢٠} \times A = r$$

$$(١٧) \quad \frac{b \times (c - ٥٠) + ١}{c \times (٥٠ - c) + ١} \times \frac{c}{٢٠} \times A = r \text{ نسب } r = \text{نسب } A + \text{نسب } \frac{c}{٢٠} + \text{نسب } \frac{b \times (c - ٥٠) + ١}{c \times (٥٠ - c) + ١}$$

وبافتراض قيمة ز مختلفة بين صفر و ٩٠ وع بين ٢٨ و ٢١ قبطاً وح بين ٨٠ و ٢٠ ف
نحسب انساب هذه الكميات ونقيدها في جدول للاستعمال تحت اسم Z و t و h (انظر الجدول
الرابع والخامس والسادس)

واذا جُمِعت ز تختلف بين ٧٥ و ٩٠ وع = ٢٠ وح = ٥٠ يُحسب جدول آخر للانكسار بقرب
الافق غير انه اذا زاد البعد السمتي عن ٨٠ فلما يعتمد على جداول الانكسار لانه حيث لا يتوقف
على حال الهواء من جهة الكثافة والحرارة

مثال . بعد جرم عن سمت الراس بالرصد ٢٦° ٧١' ٠٠" والبارومتر ٢٩' ٧٦ قبطاً
والترمومتر ٤٣° ف مطلوب الانكسار

بالجدول الرابع معدل الانكسار نسب ٢' ٢٢٦٠٩

" الخامس البارومتر ٢٩' ٧٦ ٩' ٩٩٦٥١

الترمومتر ٤٣° ٠' ٠٠٦٦٨

$$٢' ٢٢٩٢٨ = ١٧٣' ٤٩ = ٥٣' ٤٩' ٢"$$

٢٦° ٧١'

البعد بالرصد

٢ ٥٣' ٤٩"

الانكسار

البعد الحقيقي عن سمت الراس ٢٨° ٧١' ٥٣' ٤٩"

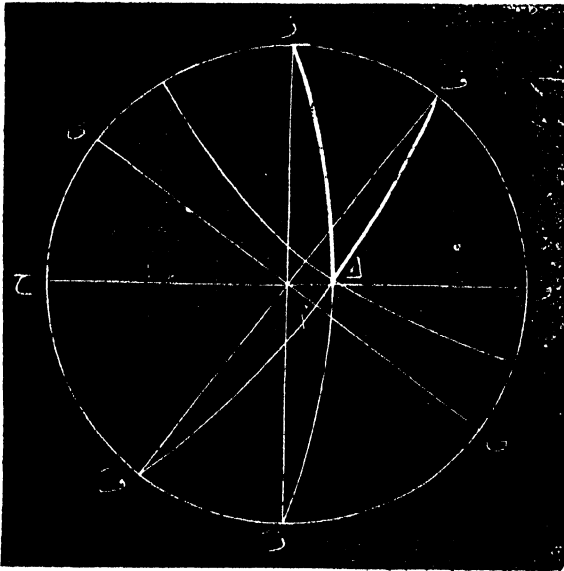
(٤٢) لنظر الآن الى كيفية استعمال الانكسار من رصد الاجرام السماوية ولنفرض مقامنا في

عرض شمالي ٤٨° او ٥٠° او ٦٠° حيث يمر بعض نجوم دائرة الظهور الدائم في سمت الراس ولننيس
بعد جرم منها عن القطب متى كان في سمت الراس ثم بعد من القطب متى كان على خط نصف
النهار نحت القطب فلولا الانكسار لكان البعدان متساويين ومن جراء الانكسار يكون البعد الاسفل
اقل من الاعلى والفرق بينهما هو الانكسار لدرجة ارتفاعه فوق الافق عند تكبير الاسفل

مثاله . في مدينة باريز ٤٨° ٥٠' عرض شمالي كان نجم على خط نصف النهار ٦° من سمت
الرأس شمالاً فكان بعد عن القطب اذا ٤١' ٤' لان سمت الرأس لباريز ٩٠° - ٤٨° ٥٠' =
٤٢° ١٠' و ٤١' ٤' - ١° ٦' = ٤١' ٤' ولما كان على خط نصف النهار نحت القطب كان بعد عنه

٤٠° ٥٧' ٣٥" اطرحتها من ٤١° ٤' بين ٢٥' ٦" وهو الانكسار لارتفاع ٤٦° ٧' اي ٤٨° ٥٠' -
٤١° ٤' فان كثرت قياسات نظير هذه في اماكن مختلفة نجد الانكسار لدرجات مختلفة من الارتفاع
ومن ذلك نستنتج قاعدة تنص على ان الفرق فاصداً

(٤٢) لنا واسطة اخرى لاستعلام الانكسار وهي هذه. ليكن ف (شكل ١١) القطب ويقيم
خط الاستواء عرض مكان فن مقامك في زقس ارتفاع الشمس او جرم آخر ميلة معروف ولنفرضه
عندك مثلاً فعين ارتفاعه والوقت من النهار ثم عين وقت وصوله الى خط نصف النهار لمكانك ز



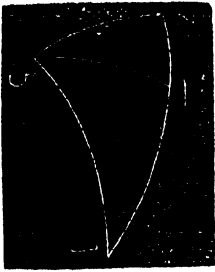
شكل ١١

وفضلة الوقتين هو زمان مرور الجرم في
القوس كزوي قياس الزاوية ك ف ز واذا
كان العرض اي زي معروفاً يُعرف ايضاً
متمة ا ب ف ز وميل الجرم معروف اي ك ف
فيعرف ايضاً متمة ف ك فلنا في المثلث ز ف ك
الزاوية ز ف ك والضلعان ز ف ف ك ومنها
نستعلم ز ك اي متمة الارتفاع. اطرحة من ٩٠°
فيكون لك الارتفاع الحقيقي والفرق بينه
وبين الارتفاع الظاهر هو مقدار الانكسار
لذلك الارتفاع

مثالة. في النهار الاول من شهر آيار سنة ١٧٣٨ في ٢٠° صباحاً في مدينة بارنز عرض ٤٨°
١٠° ٥٠' شمالي وجد الفيلسوف كاسيني ارتفاع مركز الشمس ١٤° ٠' ٥" وكان ميلها وقتئذ ١٠° ٠' ٢٥"
شمالي فاهو الانكسار

بحساب المثلثات الكروية نستعلم الضلع ز ك = ٨° ١٠' ٨٥" فكان الارتفاع الحقيقي ٥٢° ٤٩' ٤"
ثم اضف الاختلاف ٩" الى الارتفاع الظاهر اي ١٤° ٠' ٥" يصير ١٤° ٠' ٥" ٩" واطرح منه الارتفاع
الحقيقي اي ٥٢° ٤٩' ٤" بين ٢١° ١٠' وهو الانكسار عند ١٤° ٠' ٥" من الارتفاع الظاهر

(٤٤) نرى بين هذا الانكسار والمذكور في الجدول للارتفاع المفروض فرقاً وربما حصل من
عدم الدقيق في معرفة الاختلاف في ذلك الوقت وقد فصلنا هذا العمل فترى مقدار الانكسار على
موجب ما فصلناه هنا اقرب الى الجدول من المذكور اعلاه. في المثلث ا ب س (شكل ١٢) مفروض
متمة العرض اس = ٤١° ٩' ٥٠" ومتمة الميل اب = ٣٥° ٥٩' ٧٤" والزاوية ا = ٤٠° ٦' ٤٠" كما لما ٨٠°
من س احدى الزوايا المجهولة ا رسم س د عمودياً على اب بعد اخراجه ثم بحساب المثلثات الكروية



شكل ١٢

لُق : ن ج ا : ماس اس : ماس اد اصف اد الى اب فلنا بد ثم قل

ن ج اد : ن ج بد : ن ج اس : ن ج بس

ثم لاستعلام اد

$$\text{ن ج ا} = 100 = \text{كلما} 80 = 9' 22' 6780$$

$$\text{ماس اس} = 50' 9' 41 = 9' 941671$$

$$9' 941671 = \text{ماس اد} = 8' 27' 58$$

$$\text{اد} = 8' 28' 58$$

$$\text{اضف لـ ا ب} = 74' 59' 35$$

$$\text{ب د} = 82' 27' 23$$

لاستعلام بس

$$\text{ن ج ب د} = 82' 27' 23 = 0.40404$$

$$\text{ن ج اس} = 50' 9' 41 = 9' 876697$$

$$18' 9221.1$$

$$\text{اطرح ن ج اد} = 8' 27' 58 = 9' 990052$$

$$9' 990052 = \text{ن ج بس} = 8' 28' 49$$

$$\text{اطرحه من} 90' 0' 00$$

$$80' 9' 3$$

$$4' 50' 57 = \text{الارتفاع الحقيقي}$$

ثم ان اختلاف الشمس في آبار = 8' 50

اصلح بذلك الارتفاع الظاهر 0' 00' 14

$$8' 47$$

= الاصلاح للاختلاف

$$0' 00' 22 = \text{الارتفاع الظاهر بعد الاصلاح للاختلاف}$$

$$4' 50' 57$$

اطرح الارتفاع الحقيقي

$$9' 00' 25 = \text{الانكسار}$$

وذلك بوافق ما في الجدول تقريباً

اما زيادة رطوبة الهواء او قللتها فلا تنفع في الانكسار لان الرطوبة تزيد لطافة الهواء بنفس ما

تزيد قوة الانكسار فيقل الانكسار بالطاقة بمقدار ما يزداد بالرطوبة
(٤٥) بواسطة نظير ما ذكر نستعلم الانكسار لكل درجة من الارتفاع الظاهر وفي قيس
ارتفاع جرم سماوي يجب اضافة الاختلاف اليه وطرح الانكسار منه لتعلم الارتفاع الحقيقي ويجب ايضا
مراعاة حال البارومتر والثرمو متر لكي يعرف الانكسار بالتدقيق
(٤٦) نرى من الجدول ان الانكسار في الافق = ٢٢ تقريباً ولكن قطر الشمس وقطر القمر
هما اقل من ذلك فيظهران لنا صباحاً قبل طلوعها ومساءً بعد غروبها حقيقة

(٤٧) نرى الشمس احياناً كثيرة متى كانت في الافق تتغير عن هيئة الاستدارة وتصبح هليجية
خاصة اذا كان على وجهها غيوم رقيقة بوجودها نستطيع ان نوكد هيئة الشمس وسبب ذلك انما هو
الانكسار لان الجزء الاسفل من الشمس يرتفع بالانكسار اكثر من الجزء الاعلى منها لزيادة الانكسار
بقرب الافق فيقصر قطرها القائم ويطول قطرها الافقي وهذا التغير ظاهر في الجبال اكثر من
السهول لزيادة ميل وقوع الشعاع على كرة الهواء في الجبال وفي ايام البرد اكثر من ايام الحر لزيادة
كثافة الهواء بالبرد فتزداد بذلك قوته لتكسير الشعاع وقد شوهد قصر القطر القائم ٦ اي ١/٥ القطر
كلو في بعض الاماكن الشمالية الباردة جداً بقصر اكثر من ذلك

(٤٨) يترايا لنا احياناً كأن الشمس والقمر هما في الافق اكبر منها عند وصولهما الى الما حرة
مع انها اقرب اليها اذا كانا على خط نصف النهار فكان يُظن انها يظهران اكبر عند ذلك ولا يقاس
فرقاً بين قطر الشمس في الوقتين بادق القياسات ولكن الفرق ظاهر في القمر اذ يرى قطر على خط
نصف النهار اطول منه في الافق فبسبب ظهورها عند الافق اكبر يتضح من النظر الى حكم الحواس
بالاشباح الارضية لاننا نحكم على بعد جرم وبالنسبة على مقداره ليس فقط من زاوية النظر بل ايضا
من كثرة الاشباح الواقعة بين العين والشئ المنظور او قلنا متى كان الشمس او القمر في الافق يقع
بينهما وبين العين اشباح كثيرة فتحكم بانها ابعد عنا وننسب لها جرمًا اكبر بالنسبة الى ذلك والامر
خلاف ذلك متى كانا على خط نصف النهار ويبرهن ذلك من انه اذا نظرنا اليها من وراء زجاجة
مدخنة لا نرى فرقاً في قطر احدهما في الوقتين

في الشفق

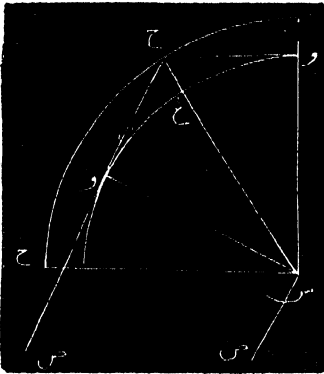
(٤٩) يراد بالشفق النور بين الفجر وطلوع الشمس وبين غروبها والعممة ومقدار منه حاصل
من الانكسار كما تقدم واكثر من الانعكاس لانه متى كانت الشمس اقرب من ١٨ الى الافق قبل
طلوعها او بعد غروبها يصل اليها شئ من نورها ولا يكون ذلك الا من الانعكاس
ليكن اب (شكل ١٢) افق ناظر مقامه عند ا و ش ش شعة من الشمس متى كانت تحت

ثم ادرها ايضاً الى ان يصير المكان ١٨° تحت الافق حسب ربع الارتفاع فيدل الغروب على وقت انتهاء الشفق مساءً وبالعكس نعرف بدءه صباحاً

كم يوماً يبقى الشفق طول الليل في لندن - في بطرسبرج
هل يمكن ان يدوم الشفق من الغروب الى الشروق في عرض القسطنطينية
كم يوماً يبقى الشفق عند القطب

(٥٢) اننا بواسطة الشفق نستعلم علو كرة الهواء او بالاحرى ذلك الجزء من كرة الهواء الذي تكفي كثافته لتعكيس النور الينا بما يُشعر به

لیکن س (شکل ۱۴) مرکز الارض و و مقام ناظر علی سطحها و ص ح جہۃ وقوع الشعاع عدد آخر الشفق ایے متی جعلت مع الافق ح س ص = ۱۸° فیکون اعلی کرۃ الهواء الذی منه یاتی



الى ان ينتهي اليها ايضا وقد سميت تلك البرهة يوماً نجمياً وانقسم الى ٢٤ ساعة نجمية ومن المراقبات في عصور مختلفة من اماكن كثيرة قد تاكد ان هذه المدة متساوية ابداً

(٥٥) الوقت الشمسي يُحسب من دوران الشمس الظاهر من الهاجر الى رجوعها اليها ايضا فلو كانت الشمس ثابتة كنجـم ثابت لكان الوقت الشمسي والنجمي واحداً اما الشمس فتنتقل شرقاً ٢٦٠° في ٢٤ ساعة اي درجة واحدة تقريباً كل يوم وبالتدقيق ٥٩' ٢٥" ٨" اي الارض تكمل دورانها السنوي في ٢٦٥ يوماً ٥ ساعات ٤٨ دقيقة ٦١ ثانية

$$\frac{٢٦٥}{٢٦٥} = \frac{٥٩' ٢٥" ٨"}{٥١' ٦١" ٤٨'}$$

اي في مدة دوران الارض مرة واحدة على محورها تكون الشمس قد انتقلت من خط نصف النهار نحو الشرق فيبقى مقدار ذلك التقدم للارض ان تدور قبل وصول الشمس الى خط نصف النهار ايضا اي ان تدور الشمس بالظاهر لاجل اتمام يوم شمسي ٢٦٠° ٥٩' ٢٥" ٨" ثم

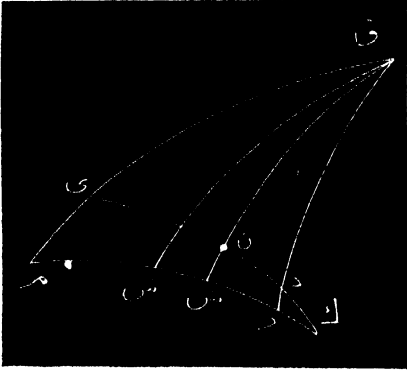
$$٢٦٠° ٥٩' ٢٥" ٨" : ٢٤ :: ٥٥' ٩" ٢٤"$$

اي زيادة اليوم الشمسي على النجمي او بالتدقيق ٢' ٥٥' ٩" ٩١" اي كنسبة ١ : ٢٢٣٧٩ : ١٠٠٢٧٠٠ فلنحوّل الوقت الشمسي الاوسط الى وقت نجمي اضربه بالعدد المشار اليه اي ١٠٠٢٧٢٧٩ وان حسبنا اليوم النجمي ٢٤ ساعة يجب ان نحسب اليوم الشمسي ٢٤' ٢٥' ٩" ٥٥' وقد جرت العادة ان يُحسب اليوم الشمسي ٢٤' وان نُطرح الفضلة المذكورة من اليوم النجمي فيبقى ٢٢' ٥٦' ٥٩" ٤'

(٥٦) لو كانت حركة الشمس في دائرة البروج على التساوي ابداً لكانت الفضلة المذكورة هي الفرق بين اليوم الشمسي والنجمي ابداً ولكن الشمس تارة تبطو واخرى تسرع كما سيأتي بيانه والاقواس من خط الاستواء ومن دائر البروج الواقعة بين خطين من خطوط نصف النهار ليست متساوية كما سيأتي شرحه والمدة بين انتقال الشمس من خط نصف النهار الى ان تعود اليه سي وقتاً ظاهراً وهذه الازمنة غير متساوية كما ذكر فتكون الايام الشمسية غير متساوية

(٥٧) ثم لكي نحصل على قياس ثابت للوقت نتوهم شمس وهمية تتحرك على خط الاستواء على التساوي فتكون المدة بين انتقالها من خط نصف النهار حتى تعود اليه ايضا معدل طول الايام الشمسية في مدار السنة وسُمي الوقت الاوسط وهذه الشمس الوهمية تارة تسبق الحقيقية واخرى تتأخر عنها كما سيأتي بيانه فلا يمكن ان نعرف الوقت الاوسط من مراقبة الشمس الوهمية بل نعرف الوقت الظاهر من مراقبة الحقيقية ثم ان حسبنا كمية تقدم الوهمية على الحقيقية او تأخرها عنها فتنضاف الى الوقت الظاهر او تُطرح منه فلنا بذلك الوقت الاوسط وقد سُمي هذا المضاف او هذا المطروح معادلة الوقت

ليكن ق (شكل ١٥) القطب و ق م قوساً من خط نصف النهار و ك م قوساً من خط الاستواء
و ك ي قوساً من دائرة البروج و ك الاعندال الحقيقي و د الاعندال الاوسط و ر الاعندال الاوسط



شكل ١٥

محوّلاً الى خط الاستواء و ن الشمس الحقيقية و ش الشمس
الوهمية فيكون مرقش الوقت الظاهر الشمسي و مرقش
الوقت الاوسط الشمسي و كش الصعود المستقيم للشمس
الحقيقية و ك ر معادلة الاعندال في صعود مستقيم

افرض ع = ش ش = معادلة الوقت

" ص = كش = ص مستقيم للشمس الحقيقية

" ط = رش = طول الشمس الاوسط

" ق = ك ر = معادلة الاعندال في صعود مستقيم

فلنا من الشكل

(١٨)

$$ع = ص - (ط + ق)$$

اي معادلة الوقت تعدل صعود الشمس المستقيم الاً مجموع طول الشمس الاوسط مع معادلة

الاعندال في صعود مستقيم

اذا كان صعود الشمس المستقيم اكثر من الطول الاوسط بعد اصلاحه بمعادلة الاعندال تضاف

معادلة الوقت الى الوقت الظاهر لاجل معرفة الوقت الاوسط و الاً فتطرح منه

تنبيه . يجب ان نميز بين اليوم الاعنيادي المحسوب من نصف الليل الى الظهر ١٢ ساعة ومن

الظهر الى نصف الليل ١٢ ساعة واليوم عند علماء الهيئة فانه محسوب من الظهر الى الظهر ٢٤ ساعة

مثاله اليوم الاول من كانون الاول الاعنيادي يتبدئ من نصف الليل واليوم الثاني من نصف

الليل الثاني وعند علماء الهيئة يتبدئ الظهر والثاني يتبدئ في اليوم الثاني الظهر فلو قيل ١٢ يوماً من

شهر حساب اعنيادي ل قيل ١٢ يوماً ١٢ ساعة حساب فلكي ولو قيل ١٥ يوماً ٦ ساعات حساب

اعنيادي ل قيل ١٤ يوماً ١٨ ساعة حساب فلكي فيكون الفرق بينها ١٢ ساعة ابداً فانمبه

(٥٨) ان الساعات غالباً تُضبط للدلالة على الوقت الاوسط وليس لنا دليل طبيعي على

ذلك كما لنا على الوقت الظاهر فيجب ان نُعرف معادلة الوقت الواجب طرحها من الظاهر او

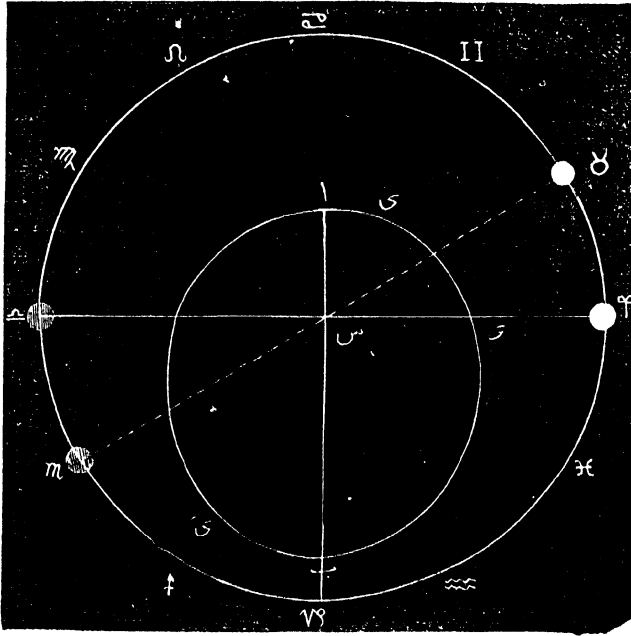
اضافتها اليه للحصول على الوقت الاوسط فلنفرض ساعتين احدهما حافظة الوقت الظاهر والاخرى

الاوسط فالفرق بينهما هو معادلة الوقت والاولى تارةً تنقدم واخرى تتأخر عن رفيقتها ومعظم

الفرق بينهما ١٦' ١٧" بقرب اليوم الثالث من تشرين الثاني وتوافقان اربع مرات كل سنة اي بقرب

١٥ نيسان و١٤ حزيران و٢١ آب و٢٤ كانون الاول وهذه الاوقات تتغير قليلاً لسبب تغير وقت وصول الشمس الى نقطة الراس ونقطة الذنب لانها تنتقلان كل سنة من الغرب الى الشرق ٢٧' ١١" ففي مضي الادوار لا تكون الشمس على اسرع حركتها في اول كانون الثاني كما هي الآن فتتغير ايضاً اوقات اتفاق الساعنين المشار اليها

(٥٩) ان التفاوت بين الايام الشمسية له علتان احدهما عدم مساواة حركة الارض في دوراتها السنوي كما سبقت الاشارة اليه والاخرى ميل سطح دائرة البروج على سطح دائرة خط الاستواء اولاً لكون حركة الارض حول الشمس غير متساوية وذلك من كون فلكها هليلجياً فتكون



شكل ١٦

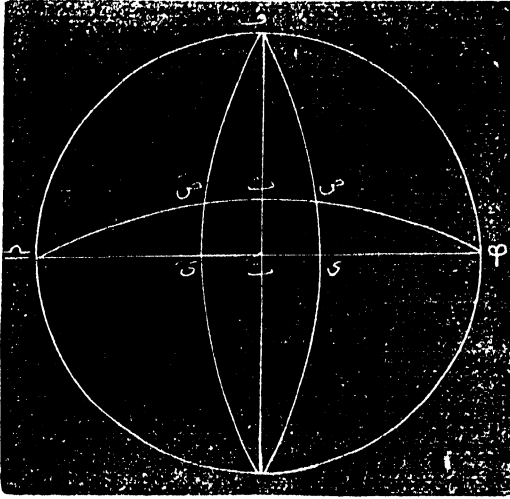
حركاتها بين الاعتدال الخريفي والريبي اسرع من حركاتها بين الربيعي والخريفي والفرق بين المديتين هو ٨ ايام تقريباً وبالتدقيق ٧ ايام ١٧' ١٧" وذلك يتضح من شكل ١٦

لتكن ش الشمس واي ب طريق الارض حول الشمس و ا موضع الارض وهي في نقطة الراس وب مكانها وهي في نقطة الذنب وي ي ي مواقع مختلفة للارض في فلكها بين البروج كما كانت تترايا لو نظرت اليها من

الشمس فمتى كانت عند ي مثلاً قيل انها في برج الحمل وفي حركتها من ي الى ي تمر في برج الثور الى برج الجوزاء وتمر الشمس في الميزان والعقرب والرامي الخ لناظر اليها من الارض وحركة الارض من الحمل الى الميزان اسرع من حركتها من الميزان الى الحمل كما سيأتي بيانه وفي هذا العصر هي في نقطة الراس متى كانت في برج السرطان اي ٩٩° ٣٠' ٢٩" من الاعتدال الربيعي وتمر الارض بذلك البرج في اوائل كانون الثاني

(٦٠) هذا من جهة عدم مساواة حركة الارض في طريقها حول الشمس ولو كانت تلك الحركة متساوية لما حصل من ذلك تساوي الايام الشمسية لان الوقت انما يُحسب على خط الاستواء وقد تقدم ان دائرة البروج اي طريق الارض حول الشمس مائلة على خط الاستواء فلو تحركت الارض بالتساوي في دائرة البروج لكانت تقطع اقواساً غير متساوية من خط الاستواء كما ترى من

الكرة ان اقواس الطول واقواس الصعود المستقيم هي تارة غير متساوية واخرى متساوية ويتضح ذلك ايضاً من شكل ١٧ ليكن حمل ميزان خط الاستواء وحملت ميزان دائرة البروج وفي في دائرتين من دوائر نصف النهار تلاقيان الشمس في ص وص فالقوس حمل ص < حمل ي وحملت = حمل ت لان كل واحدة منهما ربع دائرة اي ٩٠° وحمل ص ميزان = حمل ي ميزان لان كل واحدة منها ١٨٠° اية نصف دائرة



شكل ١٧

وص ميزان < ي ميزان فتكون حمل ص > حمل ي اي اقواس الطول احياناً اطول من اقواس الصعود المستقيم واحياناً اقصر منها واحياناً متساوية لها فكان يختلف اليوم الشمسي من ذلك ولو كانت حركة الارض على التساوي

(٦١) نرى ما سبق انه اذا عرفنا الصعود

المستقيم للشمس الحقيقية والوهمية يكون الفرق بينهما

بعد تحويله الى وقت معادلة الوقت فتطرح متى سبقت الحقيقية وتضاف متى سبقت الوهمية وقد تقدم ان زمان اسرع حركة الارض يتغير قليلاً كل سنة فتتغير هذه المعادلة كل سنة ويفعل في غيرها حركة اخرى للارض سميت الكبوفلذلك لا يمكن ان نوضع معادلات الوقت في جدول عام لكل السنين كما فعل في الاختلاف وغير بل يقتضي ان نتناول هذه المعادلة من الجداول السنوية

ان ضبط الساعات على المغرب غير ممكن للاسباب المذكورة آنفاً ولا يمكن ان نُضبط ساعة للوقت الظاهر مهما كان الخط المعول عليه لانه يقتضي لها ان تسرع تارة وتبطوا اخرى بل الأولى ضبط الساعات للوقت الاوسط

في فرنسا كان الاعتماد على الوقت الظاهر الى سنة ١٨١٦ ولم تتفق ساعتان من ساعاتهم وقتاً. حكى الفيلسوف اراكوفال اخبر مرة الفيلسوف الشهير معلم الهيئة دي لامبر انه كثيراً ما رأى ساعات الابنية المشاعة تختلف ٢٠ دقيقة بعضها عن بعض وعند ما قصدوا التغير من الاعتماد على الوقت الظاهر للاعتماد على الوقت الاوسط لم يرص رئيس ضباط باريس ان يختم الامر بذلك خوفاً للهيجان بين الشعب ولكنه لم يحدث شيء من ذلك ولم ينسراحداً اكثر من الساعين لانه على الترتيب القديم لم يمكنهم ان يضبطوا الساعات فكانوا دائماً تحت لوم المشتريين ولم يستطيعوا ان يفنعمهم بان العلة في الشمس ولا في ساعاتهم

(٦٢) ان استعملنا الوقت من مراقبة الشمس بواسطة وقوع خيال جسم عمودي على سطح الافق على خط مرسوم شمالاً وجنوباً يكون لنا من ذلك الوقت الظاهر $\frac{1}{2}$ الى وقت اوسط باضافة معادلة الوقت او طرحها حسب مقتضى يومنا

(٦٣) ان عند علماء الهيئة نوعاً آخر من الوقت سمي الوقت النجمي وحسب من لحظة وصول الاعتدال الربيعي الى الهاجرة ويحسب من ٠ الى ٢٤ ساعة فلو قيل مثلاً ان جرماً يطلع او يغيب او يصل الى خط نصف النهار في الساعة الثالثة من الوقت النجمي لكان المراد ان ذلك يحدث ثلاث ساعات بعد مرور الاعتدال الربيعي بهاجرتنا

ثم اذا حسبنا اليوم النجمي اي ٨٦١٦٤٠٩ واحداً ونقسم على ذلك اليوم الشمسي اي ٨٦٤٠٠ يكون اليوم الشمسي ٠٠٢٧٢٧٩١ من يوم نجمي وفضلتها اي ٠٠٢٧٢٧٩١ = ٠٠٢٧٢٧٩١ = ٥٦٠٥٥٤'٣' وقت نجمي فضلة اليوم الشمسي الاوسط واليوم النجمي

ثم ٢٤'٣' : ٥٦٠٥٥٤'٣' :: ١ : ٨٥٦٥'٩' = مبادرة اليوم النجمي على اليوم الشمسي في ساعة واحدة لاجل التسهيل وضعت الجدول السابع للدلالة على اكتساب اليوم النجمي على الشمسي لكل ساعة ودقيقة وثانية وقت شمسي اوسط

في الحساب السنوي

(٦٤) ان مدة دوران الشمس من نجم الى ان تعود اليه ايضاً هي سنة نجمية وطولها ٣٦٥ يوماً ٩'٦'٩" ومدة دوران الشمس من الاعتدال الربيعي الى ان تعود اليه ايضاً هي السنة الشمسية وطولها ٣٦٥ يوماً ٥'٨'٤٩" وذلك لان الاعتدالين يتقهقران كل سنة من الشرق الى الغرب ٥٠'٢" فتبكر الشمس بالعود الى الاعتدال بما يلزمها للبرور على قوس ٥٠'٢" اي ٣٠'٩'٩" فضلة السنة النجمية والشمسية وبسبب اضطراب في مبادرة الاعتدال من قبل فعل السيارات لا يتقهقر على التساوي في كل وقت فيتغير طول السنة الشمسية وهي الآن تقصر ٥٤'٥" كل مئة سنة وسياتي ذكر كل ذلك مفصلاً

كذلك الخط الموصل بين نقطة الراس والذنب يتحرك من الغرب الى الشرق ١١'٧٧٨" كل سنة فمدة دوران الشمس من نقطة الراس الى ان تعود اليه ايضاً اطول من سنة نجمية لان تلك النقطة قد انتقلت غرباً وفضلتها مدة مرور الشمس على ١١'٧٧٨" اي ٤'٧'٣٩" فنكون السنة هذه ٣٦٥ يوماً ٦'١٣'٤٩" = ٤٩'٣'١٣" = ٣٦٥'٢٥٩٥٩٨١ يوماً من الايام الشمسية المعتدلة وهذه السنة تُعرف بالسنة الوسطى كما سياتي في محله

(٦٥) ان القدماء استعملوا السنة بواسطة علم عمودي على سطح مستوي يوازي سطح الافق

ومرسوم عليه خط مستقيم يوافق الهاجرة فيوم الظل الاقصر هو يوم المدار الصيفي والمدة بين يومي الظل الاقصر هي السنة الشمسية وبما انهم وجدوها ٢٦٥ يوماً اعتمدوا على ذلك مع ان تلك المدة اقصر من السنة الحقيقية ست ساعات فوق خلل في الحساب لانه اذا وقع المدار الصيفي على ٢١ حزيران في سنة فبعد اربع سنين يقع على الثاني والعشرين وبعد اربع سنين آخر على الثالث والعشرين ولم جراً وفي الزمان القديم لاحظ اهل ثيبا في بلاد مصر لزوم اصلاح الحساب السنوي بسبب هذا الخلل اي ان تحسب السنة ٢٦٥ يوماً وست ساعات اما هيرخوس فوجد ان اضافة ست ساعات الى السنة هي اكثر من اللازم باربع دقائق و٤٨ ثانية (٤٨' ٤٨") اما الباطني فحسب الزيادة عما يلزم ٤٨' ٨" وهذه قائمة ما اعتمد عليه في اعصار مختلفة من الزمان القديم الى الوقت الحاضر

يوم	س	د	ث	
٢٦٥	٠	٠	٠	المصري القديم
"	٦	١٨	٥٧	أكيون وميتون
"	٦	٠	٠	كليس وغيره
"	٥	٥٥	١٢	هيرخوس
"	٥	٥٠	٢٠	الهنود
"	٥	٤٦	٢٤	الباطني
"	٥	٤٩	١٦	الفنسيوس سنة ١٢٥٢
"	٥	٤٨	٥٠	ولتر
"	٥	٤٩	٦	كوپرنيكوس ١٥٤٢
"	٥	٤٨	٤٥ ١/٢	نيغوبراهي ١٦٠٢
"	٥	٤٨	٥٧ ٦	كيلر
"	٥	٤٨	٥٢ ٤	كاسيني ١٧٤٢
"	٥	٤٨	٥٧ ٥	فلمستيد
"	٥	٤٨	٥٤ ٨	هالي
"	٥	٤٨	٤٩	لاكائل
"	٥	٤٨	٥١ ٦	دي لامبر
"	٥	٤٨	٤٩ ٧	لابلاس
"	٥	٤٨	٤٧ ٨	بسل

(٦٦) ان ايام السنة الشمسية هي ايام صحيحة وكسر يوم اي $٢٦٥^{\circ}٢٤٢٢٤١٤$ يوماً وفي ١٠٠ سنة (اذا حسبنا السنة ٢٦٥ يوماً) ٢٦٥٠٠ يوم وذلك ينتصر عن ٢٦٥ دوران للشمس بمقدار ٢٤ يوماً. ولاصلاح هذا الخلل نهض يوليوس قيصر بمساعدة المنجم المصري سوجينوس واضاف يوماً واحداً الى شهر شباط كل سنة رابعة وسميت كل سنة رابعة كيسة وفي الاعتماد على ذلك الى اواخر القرن السادس عشر مع ان فيه خطأ $١١^{\circ}٢٩'٨''$ اي $+٠.٠٧٧٨$ من اليوم كل سنة اي يوم كامل كل ١٢٩ سنة واكثر من ٧ ايام كل ١٠٠٠ سنة وفي ايام سوجينوس المذكور وقع الاعتدال الربيعي في ٢٥ آذار ثم في سنة ٢٢٥ بـم حكم الجمع النيقاوي بان يوم الاعتدال الربيعي يُحسب الحادي والعشرين من شهر آذار لاجل اصلاح الخطأ المتزايد منذ عصر يوليوس قيصر ومن ثم الى سنة ١٥٨٢ بلغ الخطأ ١٠ ايام بسبب الزيادة المشار اليها اي صار الاعتدال الربيعي في ١١ آذار فحكم البابا غريغوريوس الثالث عشر باسقاط عشرة ايام من تلك السنة من شهر تشرين الاول فحسبوا اليوم الخامس منه اليوم الخامس عشر ولتلا يعود الخطأ اعتماداً على هذه القاعدة

كل سنة لا تنقسم على ٤ بدون باقي تُحسب لها ٢٦٥ يوماً وكل سنة تنقسم على ٤ ولا تنقسم على ١٠٠ بدون باقي نحسب لها ٢٦٦ يوماً وكل سنة تنقسم على ١٠٠ ولا تنقسم على ٤٠٠ نحسب لها ٢٦٥ يوماً وكل سنة تنقسم على ٤٠٠ نحسب لها ٢٦٦ يوماً

مثاله ١٨٢٨ لا تنقسم على ٤ فلها ٢٦٥ يوماً اما ١٨٤٠ فكيسة ولو حُصبت كل سنة رابعة كيسة لاختلف الحساب يوماً كاملاً في كل ١٢٩ سنة كما تقدم فيحسب لكل سنة مئة ٢٦٥ يوماً فيكون قد انقطع ذلك اليوم من المئة السنة والواجب ان يُقَطَّع اليوم فقط فيختلف الحساب بذلك يوماً في ٤٠٠ سنة ولذلك تُحسب كل سنة ٤٠٠ كيسة وعلى هذا الاسلوب يختلف الحساب اقل من يوم في ٤٢٢٧ سنة ثم ان حُصِبَ ٢٦٥ يوماً لكل سنة تنقسم على ٤٠٠ لا يختلف الحساب باكثر من يوم واحد في ١٠٠٠٠ سنة

الدور الشمسي هو مدة ٢٨ سنة يوليوسية اي $٢٨ \times ٣٦٥^{\circ}٢٥$ وفي كل دور شمسي توافق ايام الاسبوع ايام الشهور التي وافقتها قبل ٢٨ سنة. لان ٤ سنين يوليوسية = ١٤٦١ يوماً وهذا العدد ليس هو عدداً لسبعة بل $٧ \times ٤ = ٢٨$ فهي عدداً لسبعة وعند الميلاد كان قد مضى من هذا الدور ٩ سنين فلاجل استعمال الدور الشمسي اُضيف الى السنة ٩ واقسم على ٢٨ فالحارج عدد الادوار في التاريخ الميلاديه والباقي موقع السنة في الدور. مثاله لاستعلام موقع ١٨١٤ في الدور الشمسي $١٨٧٤ + ٩ = ١٨٨٣ + ٢٨ = ٦٧$ ويبقى ٧ فهي السنة السابعة من الدور الشمسي

الدور القمري ١٩ سنة او ٢٢٥ دورة قمرية ويفرق عن ١٩ سنة يوليوسية ساعة ونصف ساعة تقريباً

كما سيأتي في الكلام عن القمر

دور التصريح (Indiction) مدته ٥ سنة عنهما الملك قسطنطين عوضاً عن الأولياد اليوناني على زعم البعض . والبابا غريغوريوس السابع عين اليوم الأول من سنة ٢١٢ مسيحية محطاً فعلي ذلك كانت السنة الأولى المسيحية الرابعة من دور التصريح بالتهنؤ ولاستعلام موقع سنة في هذا الدور اضف اليها ٢ واقسم المجتمع على ١٥ فالباقي موقع السنة في الدور

مثاله موقع سنة ١٨٧٤ في هذا الدور $1874 = 2 + 1872 = 10 + 120 = 132$ وبقي ٢ في

الثانية في الدور وإن لم يبق باقي فهي الخامسة عشر

$28 \times 12 \times 10 = 3360$ فهي الدور اليوليوسي وعدد مرورها تعود ادوار الشمس والقمر والتصريح على اتفاق كما كانت في أوله وهو يحسب من ٤٧١٢ ق م من أول كانون الثاني من تلك السنة . فالدور التاريخي الذي اليه نحول كل الحوادث في ١٢ سنة ٤٧١٢ ق م الظاهر لهاجرة اسكندرية نصرلان بطلمبوس اعتمد على تلك الهاجرة قاعدة لكل حساباته

(٦٧) ان هذا الاصلاح قبل عموماً في الغرب ولم يقبل في روسيا والشرق وقد بلغ الفرق بين الحساين ١٢ يوماً تقريباً وإن بقي الامر على ما هو فيحسب اهل الشرق سنة ١٩٠٠ كيسة واهل الغرب بحسبونها اعياداً فيصير الفرق بينهم ١٢ يوماً وعلى هذا الاسلوب يزيد الاختلاف بين الحساين يوماً كل قرن

(٦٨) ان طلب تحويل الحساب الشرقي الى الحساب الغربي فاطرح من الاول يوم لكل ١٢٩ سنة من سنة ٢٢٥ فصاعداً لان الفرق ١١' ٢٩' ٨" يبلغ الى يوم كامل في ١٢٩٢٦ سنة السنة الاعيادية تنتهي في اليوم من ايام الاسبوع الذي ابتدأت عليه والكنيسة تنتهي يوماً واحداً بعد الذي ابتدأت به

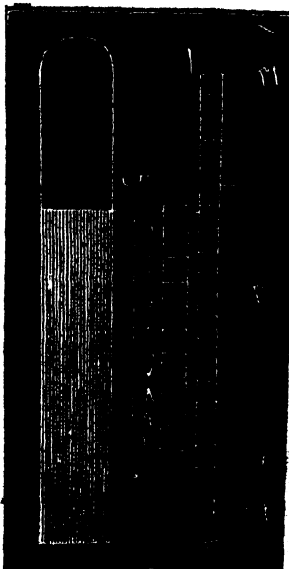
(٦٩) ان اختلاف هذه الحسابات السنوية قلما ياتر في المراقبات الفلكية القديمة اذ يعرف وقت حدوث خسوف مثلاً في الماضي كما يعرف في المستقبل فان اخبرنا التاريخ بمحادثة مفرونة عند حدوثها بكسوف الشمس او خسوف القمر في سنة ما من اي حساب كان فيحسب وقت وقوع ذلك الخسوف بموجب حسابنا فيستعلم من ذلك وقت وقوع الحادثة التاريخية بالتدقيق التام لاجل تسهيل تحويل الوقت الاوسط الى وقت نجح قد وضع الجدول الثامن والعكس الجدول

التاسع

الفصل الخامس

في بعض آلات الرصد وبعض العمليات والعرض وهيئة الأرض وكثافتها

تنبيه. ان اكثر هذا الفصل يتعلق بالنسب العملي وإنما ادخلناه هنا ايضاً لما يأتي
(٧٠) ان الآلات استعملت أولاً لرصد الاجرام السماوية في مدرسة الاسكندرية ق م ٢٠٠
وفي القرن السادس عشر استنبط فيجوربراي من دنيارك بعض الآلات لقياس الزوايا تقاس بها
زاوية ١٠ وذلك بدون معرفة النظارة وفي ذلك العصر استنبط معلوم هذا الفن آلات تقاس بها
زاوية ١٠ وبقياسات ثانوية بقيسون زاوية ١/١٠ ثانية والامر واضح ان الثانية على آلة هي صغيرة جداً
جداً فان كانت القوس التي تقاس بها الزاوية قطرها قدم واحد فلنا $\frac{1}{10} = \frac{3.14159 \times 12}{360}$ قيراط
لدرجة واحدة فتكون دقيقة واحدة $\frac{1}{60} = \frac{1}{60 \times 10} = \frac{1}{600}$ من القيراط وثانية $\frac{1}{3600}$ من القيراط ولا يمكن
ان نكرر القسمة الى هذا الحد الا في اقواس دوائر كبيرة فدائرة قطرها ٢٠ قدماً تكون الدرجة على
محيطها قيراطين ودقيقة واحدة $\frac{1}{3}$ من القيراط والثانية $\frac{1}{1800}$ من القيراط
(٧١) يتضح مما تقدم انه لا يمكن انقسام الاقواس لقياس الزوايا الى اصغر من دقائق وفي
الآلات الصغار لا تقسم الى اصغر من ١٠ والزوايا التي هي اصغر من تلك تقاس بواسطة قياس ثانوي
مركب على جانب اقسام القوس الاصلية وقد سمي هذا المقياس الثانوي المدقق
(٧٢) ان كيفية استعمال المدقق يتضح من النظر اليه في البارومتر

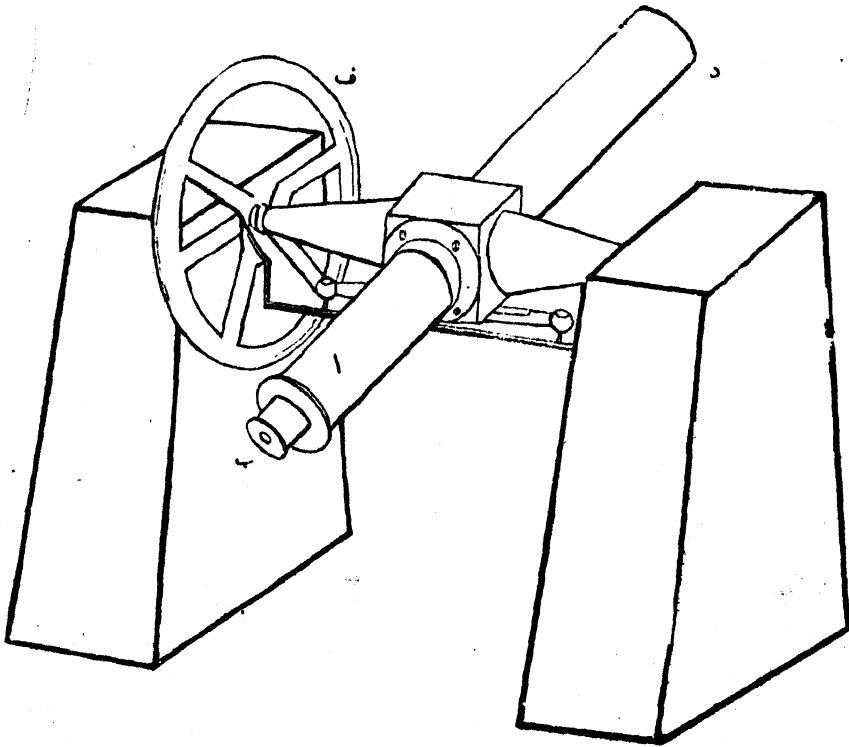


شكل ١٨

ليكن اب (شكل ١٨) القياس الاصيل مقسوماً الى قراريط
واعشار القيراط وليكن سد المدقق ولتكن عشرة اقسام على المدقق
= ١١ قسماً على الاصيل فتري الزبيق على ٢٠ قيراطاً وثلاثة اعشار
وزيادة ومن دار هذه الزيادة بعرف من النظر الى اقسام المدقق فتري
النسب الثامن منه يقابل قسماً من الاصيل فان كسب المدقق قسماً في
عشرة اقسام تكون اقسامه اصغر من اقسام الاصيل بعشر من قسم
واحد فيكسب في ثمانية اقسام ثمانية اجزاء من عشر فيكون الزبيق
على ٢٠٠ و ٨ اعشار العشري ٠.٠٨ فالزبيق على ٢٠ و ٢٨٠
وهكذا لو كانت اقسام المدقق اصغر من اقسام الاصيل حتى يخسر
قسماً في كل عشرة اقسام

(٧٣) ان الآلات الأكثر استعمالاً في نظارة العبور مع ساعتها والدائرة المحاطية والبسوس وأكثر المراقبات تجري عند وصول الاجرام السماوية الى خط نصف النهار لانه حينئذ يكون الاختلاف والانكسار على اقلها ويكون الجرم في اعلى ارتفاعه فوق الافق ومن ارتفاعه يُعرف بعدّه عن سمت الراس وميله وان ضبطت الساعة للوقت النجمي ابي ان تدل على متى كان الاعتدال الربيعي على خط نصف النهار فتدل الساعة على الصعود المستقيم لكل جرم يصل الى خط نصف النهار فبقرب وصول الاجرام الى ذلك الخط فيحسب من ذلك الطول والعرض السويين واسماء آخر كثيرة وجانب كبير من الحسابات الفلكية راجع الى وقت وصول الاجرام الى خط نصف النهار وقتاً نجماً

(٧٤) الآلة التي بها يُعرف وصول جرم الى خط نصف النهار سُميت نظارة العبور واجزاؤها الأكثر اعتباراً تُعرف من شكل ١٩ وهي نظارة تدور في سطح دائرة خط نصف النهار وطرفا محورهما مستندان على حائطين ثابتين حتى لا تنزعزق اقل تنزعزق واجزاؤها مصنوعة على غاية التدقيق فاذا أُحكمت في سطح دائرة خط نصف النهار لا تنزعزق عنه البتة

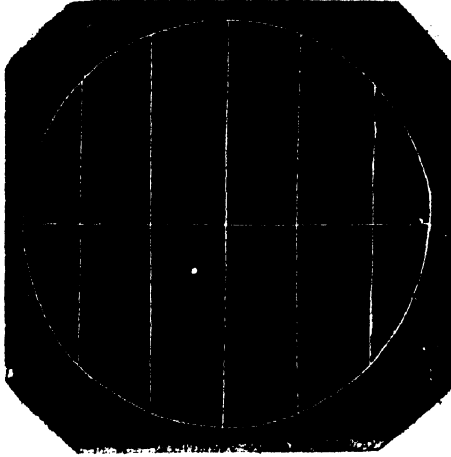


شكل ١٩

(٧٥) تُضبط النظارة في سطح دائرة خط نصف النهار بتوجيهها الى نجم القطب واحكامها حتى نصير المنة بين تكبده الاعلى والاسفل تعدل المنة بين تكبده الاسفل والاعلى وبكرّر العمل بمراقبة

التكبد الأعلى والأسفل لعدة من الحُسن والضبطها طرق أخرى سيأتي ذكرها في القسم العملي إن شاء الله

(٧٦) خط التسدبد هو الخط الموصل بين مركز بلورة الشيح د ومركز بلورة العين ب وهو



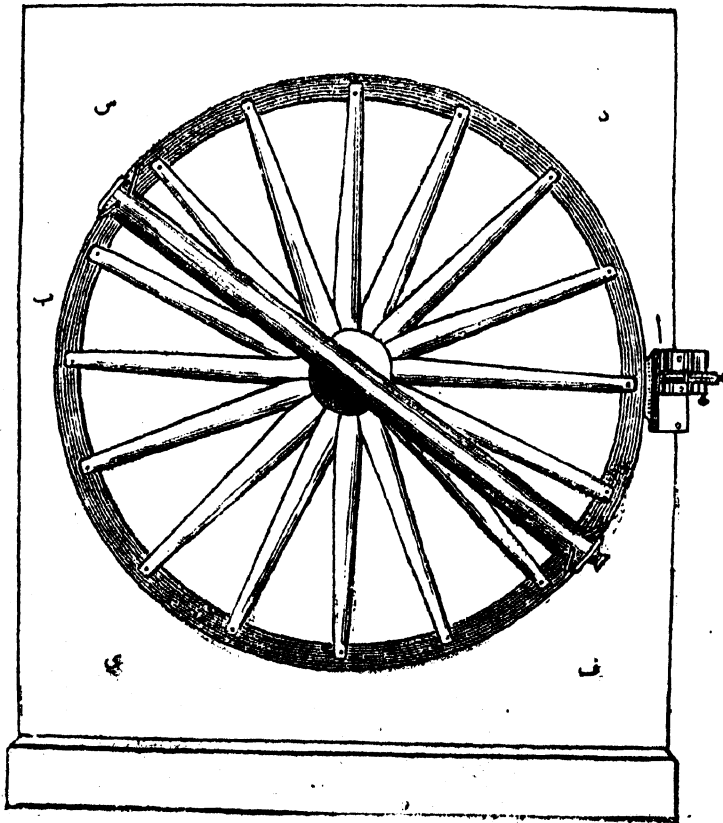
شكل ٢٠

يقع في سطح دائرة خط نصف النهار إذا كانت الآلة على ما ينبغي من الضبط. وفي نقطة احتراق بلورة العين بعض الشعرات تنقسم بها بلورة الشيح إلى أقسام متساوية كما في (شكل ٢٠) فإذا عينا وقت وصول جرم إلى كل واحدة منها ثم أخذنا معدّل الجميع يكون لنا وقت وصوله إلى الوسطى أي إلى خط نصف النهار تمامًا

(٧٧) الساعة الفلكية تُضبط للوقت النجمي

فتنقسم مرور نجم من نقطة إلى أخرى وكل ١٥° = ساعة

واحدة ولا تعلق بينها وبين وقت النهار فإن رأينا ساعة المرصد على ٢٠°٥ أو على ٢٢°١١ مثلاً



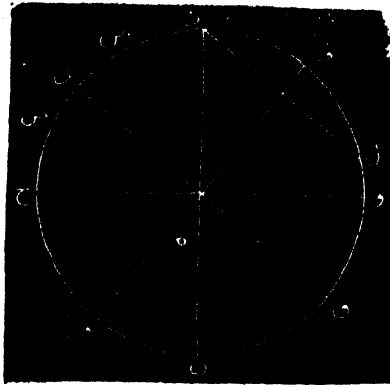
شكل ٢١

فذلك يدل على الوقت المار منذ كان الاعتدال الربيعي على خط نصف النهار وعند وصول نجم

الى ذلك الخط ندل الساعة على صعوده المستقيم
(٧٨) الساعة ترافق نظارة العبور ابداً وكل واحدة منها تعين على ضبط الاخرى وقد بلغ
امل صناعة الساعات الى مهارة عظيمة في اصطنائها ولكن مع ذلك يجب ان تقابل على الساعة
الطبيعية اي الفلك عدة مرات كل يوم

(٧٩) الدائرة العمودية ف على نظارة العبور تقاس عليها اقواس الارتفاع اي اقواس من
خط نصف النهار واذ لا بدق في قواسها اصغر دائرتها يُعتمد على ما سمي الدائرة الحائطية
(شكل ٢١) وهي دائرة كبيرة قطرها ١٠ اقدام او ١٢ قدماً مركزة على جانب حائط متين محيطها
مقسوم الى اقسام كل قسم "او" حسب محيط الدائرة ولها ست نظارات صغار عند س دي ف اب
واحباتاً يستعمل ربع دائرة على هذه الكيفية فيسمى الربع الحائطي فري ما تقدم شيئاً من العناية
التي قاساها علماء هذا الفن لكي يحصلوا على قياسات صحيحة

(٨٠) قد راينا ما تقدم (ع ٧٧) كيفية استعمال صعود نجم المستقيم بواسطة نظارة العبور
والساعة واما ميلة فيستعمل بالدارج الحائطية



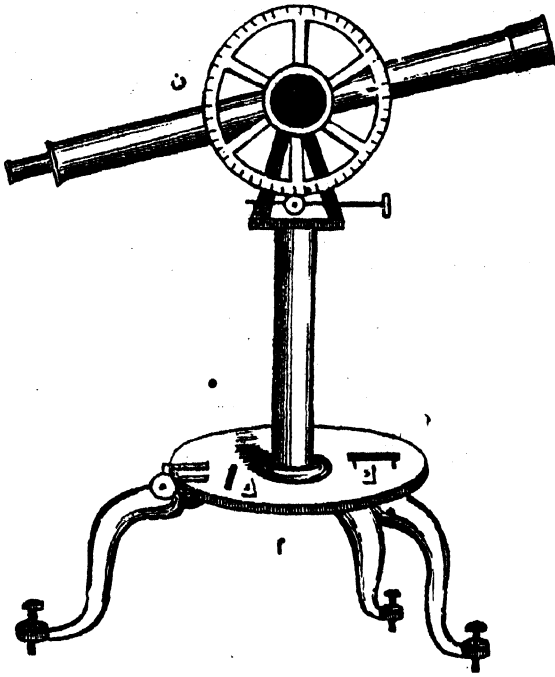
شكل ٢٢

ليكن ص (شكل ٢٢) موقع نجم فيكون ارتفاعه على
خط نصف النهار ص ح ويستعمل الارتفاع بقياس بعد
عن سمت الراس ز وطرحه من ٩٠ ثم من الارتفاع اطرح
ي ح اي متم عرض المكان فيبقى ص ي اي الميل. وان
كان النجم اقرب الى الافق من خط الاستواء كما لو كان
عند ص مثلاً فاطرح الارتفاع على خط نصف النهار من
متم وعرض المكان فاكان فهو الميل او يستعمل الميل من

البعد القطبي لان في = ٩٠ و ٩٠ - ف ص = ص ي - الميل

(٨١) يطلب احباتاً ارتفاع جرم سماوي وهو ليس على خط نصف النهار وايضاً سموتة اية
بعده عن خط نصف النهار مقاماً على الافق وايضاً الزاوية الحادثة بين جرمين ولذلك قد
اصطنعت آلة اخرى سميت نظارة السموت تفرك في سطح منسامة مارة بسمت الراس وبالجرم
المرصود وايضاً في سطح بوازي سطح الافق وصورتها (شكل ٢٣) فيقاس الارتفاع على الدائرة ن
والسموت على م ولكل رجل لولب ترتب به الآلة على سطح بوازي سطح الافق المدلول عليه بالمنهلتين
عندك وك فان كان الجرم في الافق يُعرف سموتة بالحق (انظر كتابي في التعاليم صحيفة ٢٨١
و ٢٤٩) ولا فيحتاج الى آلة مثل هذه لاجل قياس سموتة

(٨٢) من الآلات لقياس الزوايا السدس وقد ذكر تركيبه وطرق ضبطه



شكل ٢٣

في كتابي في المساحة صحيفة ٢١٢ فليراجع
وسوف يذكر أيضاً بالتفصيل في القسم العلمي من
هذا المؤلف

(٨٣) ان جعلنا احد الشجيين جرماً
سموياً والآخر الافق وقسنا الزاوية بينها يكون
لنا من ذلك ارتفاع الجرم فوق الافق وان كنا
في البر حيث لا نرى الافق نستعمل افقاً من
الزيتي اوسائل آخر وننظر الى صورة الجرم فيه
ثم نستعلم الزاوية بين الجرم وصورته في الزيتي
ونصف تلك الزاوية هو ارتفاع الجرم فوق الافق
(٨٤) اهم الامور في ضبط السدس خمسة

اشياء

(١) لتجعل مرآة الزند عمودية على سطح الآلة

ضع الزند على نصف القوس ثم انظر الى صورة القوس في المرآة فان كان القوس وصورته على
استقامة واحدة كانت المرآة عمودية على سطح الآلة ولا فيجب اصلاحها باللولب على قفاها

(٢) لتجعل مرآة الافق عمودية على سطح الآلة انظر الى نجم او شبح آخر بالنظارة وحرك الزند
حتى تمر صورته بالشبح نفسه فان تطابقا كانت عمودية ولا فيجب اصلاحها

(٣) لتجعل المرآتين متوازيتين متى كانت السبابة على صفر وضع السبابة على صفر وان تطابق
الشبح وصورته كلياً كانتا متوازيتين ولا فيجب اصلاحها

(٤) لتجعل النظارة موازية لسطح الآلة ادير النظارة حتى تكون شعرتاها متوازيتين ا- سطح الآلة
وانظر الى شبح هو وصورته متطابقان على احدى الشعرتين ثم ادير النظارة حتى يقع على الشعرة الاخرى
فان بقيا متطابقين كانت على ما يراد ولا فيجب اصلاحها

(٥) لاستعلام خطأ الآلة ان اصلاح المذكور في (٢) برينا الشبح والصورة متطابقين
متى كانت السبابة على صفر وان كان الخطأ قليلاً ليس بواجب ان نغير الآلة بل نستعلم مقداره
الخطأ ونطرحه او نضيفه الى ما تدل عليه السبابة حسب مقتضى الحال ويستعلم الخطأ بان نجعل
جانب الشمس ان ميس جانب صورتها وعين ما تدل عليه السبابة ثم اجعل الصورة ان تمر على الشبح

الى ان تمس الجانب الآخر منه وعين ما تدل عليه السبابة فنصف فصلتها هو الخطاء فان كانت علامة الفضلة ايجابية يجب اضافتها الى ما تدل عليه السبابة في كل رصد وان كانت سلبية فيجب طرحها

(١٥) امثلة في استعمال السدس

٠٠ " ١٠ ' ٤٩

ارتفاع جانب الشمس الاسفل

٠١ " ١٥

نصف قطر الشمس

٠١ " ٢٥ ' ٤٩

- ٤٩ "

اطرح الانكسار

٠٣ " ٢٥ ' ٤٩

+ ٦ "

اضف الاختلاف

٠٨ " ٢٥ ' ٤٩

ارتفاع مركز الشمس الحقيقي

بالافق الزيفي ارتفاع جانب الشمس الاعلى فوق الصورة ٤٧ " ٢ ' ١٠٠

٠٥ " ٢٣ ' ٥٠

نصفها =

- ٥٠ " ١٥

اطرح نصف قطر الشمس

٠٥ " ٣٣ ' ٤٩

- ٤٨ "

اطرح الانكسار

٠٥ " ٤٤ ' ٤٩

٠٥ "

اضف الاختلاف

٠٥ " ٤٤ ' ٤٩

عمليات



شكل ٢٤

(١٦) لاستعمال صعود الشمس المستقيم او ميلها او

طولها او ميل دائرة البروج على خط الاستواء اذا فرض

انين من هذه الاشياء غير المطلوب

ليكن بي (شكل ٢٤) خط الاستواء وي س دائرة

البروج ود الاعتدال الرقيمي فيكون د ر الصعود المستقيم

ورص الميل ود ص اذا كانت اقل من ٩٠ الطول

وص در ميل دائرة البروج على خط الاستواء واذا كان الصعود المستقيم او الطول اكثر من ٩٠ فيحسب المثلث الكروي دص ر مثلثاً متما. انظر كتابي في مساحة المثلثات الكروية صحيفة ١٥٢ الخ
مثال. ان ميلاً مفروضاً للشمس يصح لاربعة اماكن من دائرة البروج فيجب ان نعتبر الوقت من السنة واذا كان الصعود المستقيم اكثر من ١٨٠ كما لو كان دقي ر فيعامل المثلث ص در المثلث وهو قائم الزاوية عند ر فيجمل بقاعدة نيبيير

مثال اول . مفروض صعود الشمس المستقيم ا ب ج در ٢٦° ٤٧' ٢٢" = ٢٧° ٥' ٥٤" وميلها اي ر ص ١٩° ٢١' ٥١" مطلوب طولها وميل دائرة البروج

حسب قاعدة نيبيير في المثلث الكروي القائم الزاوية اجعل د ص الاوسط فيكون ر ص ودر الجزءين المتقابلين ولنا ١/٢ ق خ ن ج د ص (لانه الوتر) = ن ج در خ ن ج ر ص (١٩)

لاستعلام الطول د ص

$$\text{ن ج در اي } ٢٧^\circ ٥' ٥٤" = ٩' ٧٦٨٢٤١$$

$$\text{ن ج ر ص اي } ١٩^\circ ٢١' ٥١" = ٩' ٩٧٤٧١٠$$

$$\text{ن ج د ص} = \frac{٩' ٩٧٤٧١٠}{٩' ٧٦٨٢٤١} = ٢٦^\circ ٢٤' ٥٦"$$

لاستعلام الزاوية د اجعل در الاوسط

$$\frac{١}{٢} \text{ ق خ ج در} = \text{ماس ر ص} \times \text{ن م د} \quad (\text{لانها زاوية})$$

$$\text{اي ن م د} = \frac{\frac{١}{٢} \text{ ق خ ج در}}{\text{م ر ص}} \quad (٢٠)$$

$$\text{ج در اي } ٢٧^\circ ٥' ٥٤" = ٩' ٩٠٨٤٧٢$$

$$\text{م ر ص اي } ١٩^\circ ٢١' ٥١" = ٩' ٥٤٥٨٧٠$$

$$\text{ن م د} = \frac{٩' ٥٤٥٨٧٠}{٩' ٩٠٨٤٧٢} = ٢٢^\circ ٠٦' ٢٧"$$

مثال ٢ مفروض ميل الشمس ٤١° ١٣' ٢٤" شمالاً وميل دائرة البروج ٢٢° ٢٧' ٢٢"

مطلوب صعودها المستقيم الجواب ٩° ٤٨' ١٩" = ١٢° ٢٠' ١٤"

مثال ٣ مفروض ميل الشمس ٢١° ٢١' ٢٤" وصعودها المستقيم ١٦° ١٧' ١٨" فها هو

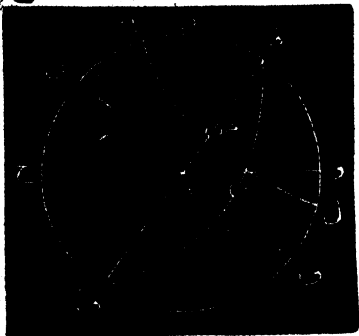
طولها الجواب ٢٤° ٢٦' ١٩"

مثال ٤ مفروض طول الشمس ٨ ب ٧° ٤٠' ٥٦" وميل دائرة البروج ٢٢° ٢٧' ٤٢"

مطلوب صعودها المستقيم الجواب ١٦° ٢٣' ٢٤"

(١٧) مفروض ميل الشمس وعرض المكان مطلوب وقت طلوعها وغروبها

ليكن في ف (شكل ٢٥) خط نصف النهار للمكان المفروض وز سمت الرأس و ح و



الافق ول ل طريقة الشمس في اليوم المفروض ولتنقطع الافق
في ص فيكون ي ز عرض المكان ومنه ي ح = ق و
فتكون ق و اي مم العرض قياس الزاوية ود ق اوص در
ورص ميل الشمس ودر اذا انحول الى وقت = فضلة وقت
الطلوع والساعة السادسة بعد نصف الليل اوست ساعات
قبل الظهر لانه متى وصلت الشمس الى ص نكون طالعة وف

شکل ۲۵

دائرة سويعية سطحها عمودي على سطح خط نصف النهار فيكون رسمها على ذلك السطح خطاً مستقيماً
ف ف واذا كان ل الظهر يكون ل نصف الليل ول ص = ٦ ساعات والساعات تقاس على
خط الاستواء ي ق فتكون در قياس وقت مرور الشمس من ص اي وقت الطلوع الى ص اي
الى دائرة الساعة السادسة

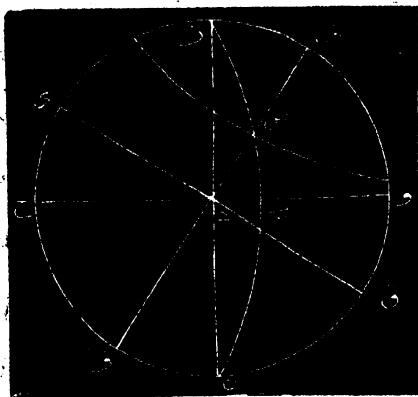
ثم في المثلث القائم الزاوية د ر ص مفروض الميل ر ص والزاوية د = متم عرض المكان
مطلوب د ر

اجعل در اوسط فتكون د ورص الجزء بن المتواليين و $\frac{1}{2}$ ق \times ج در = ن م د \times م ر ص

$$\text{وج در} = \frac{\text{نم د} \times \text{مرص}}{\frac{1}{2} \text{ ق}}$$

(١٨) مفروض عرض المكان وميل جرم سماوي مطلوب ارتفاعه وسموته اذا كان على دائرة

الساعة السادسة



شكل ٣٦

ليكن ح ز و (شكل ٣٦) خط نصف النهار للمكان
المفروض ح و الافق و ص موقع الجرم على دائرة الساعة
السادسة ف هـ ف التي تقطع خط الاستواء في النقطة
الشرقية والغربية وتكون ز ص ن الدائرة المتسامية المارة
بالجرم ثم في المثلث هـ ب د القائم الزاوية مفروض د ص
اي الميل والقوس و ف قياس ص د ب اية عرض
المكان مطلوب ب ص اي الارتفاع و ب و اية
السموت او د ب اي السعة وهي متم السموت

مثال اول . ما هو ارتفاع السماك الراح وسموته متى كان على دائرة الساعة السادسة في عرض
٥١° ٢٨' ٤٠" شمالي على افتراض ميله ٢٠° ٦' ٥٠" شمالاً

(٢٢)

$$\begin{aligned} \text{لارتفاع } \frac{1}{2} \text{ ح ج ب ص} &= \text{ج د ص} \times \text{ح ج د} \\ \text{ج } ٢٠^\circ ٦' ٥٠" &= ٢٥٢٦٤١٦٢ \\ \text{ج } ٥١^\circ ٢٨' ٤٠" &= ٢٨٩٢٤١٠٣ \\ \hline \text{ج ب ص} &= ٢٤٢٩٨٢٦٥ = ٢٧^\circ ٢٦' ١٥" \end{aligned}$$

لسموت $\frac{1}{2} \text{ ق ح ج د} = \text{ن م ب} \times \text{ن م د ص}$

(٢٣)

$$\begin{aligned} \text{ن م ب} \times \frac{1}{2} \text{ ق ح ج د} &= \text{ن م د ص} \\ \text{ن م د ص} &= ٢٧٩٤٢٦١٢ \\ \text{ن م د ص} &= ١٠٤٢٦٣٥٤٥ \\ \hline \text{ن م ب} &= ٢٢٣٠٦١٥٧ = ٣٠^\circ ١٢' ٨" \end{aligned}$$

مثال ٢ في عرض شمالي ٦٢° ١٢' كان ارتفاع الشمس في الساعة السادسة في خط ١٨° ٤٠' شمالاً
مطلوب ميلها وسموتها

الجواب الميل ٢٠° ٥٠' ١٢" ش السموت ٧٩° ٥٦' ٤٠"

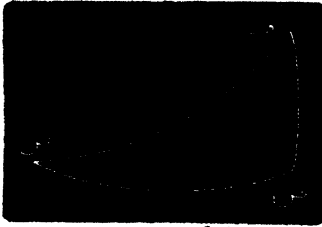
(١٩) اذا كانت الشمس في الافق ترتفع فوق مكانها الحقيقي على الميل ٢٢° بالانكسار

مطلوب زيادة النهار الاطول من هذا السبب

ليكن ح و (شكل ٢٧) الافق ي ق خط الاستواء م المدار الصيقي ا رسم م ك ٢٣ نحت
 الافق فتكون الشمس عند ص عند اول ظهورها اي ٢٣ نحت
 الافق وفي المثلث زف ص مفروض زف م م عرض المكان
 ز ص البعد عن سمعة الزايس اي ٩٠° ٢٣' و ف ص م م ميل
 الشمس اي البعد القطبي المطلوب الزاوية ز ف ص
 ليكن عرض المكان ٢٥° ٤٣' ٢٠" وميل الشمس في النهار
 الاطول ٢٢° ٢٧' ٥٧"

استعملنا وقت طلوع الشمس في الوقت المنروض (مثال ٢) ق ظ ٧٧ ٤٠٤٠٤٠ والنضلة = ٢٨٦٠٤٠ للصباح ومثله للمساء

(٩٠) مفروض طول جرمین و عرضها مطلوب البعد بينهما

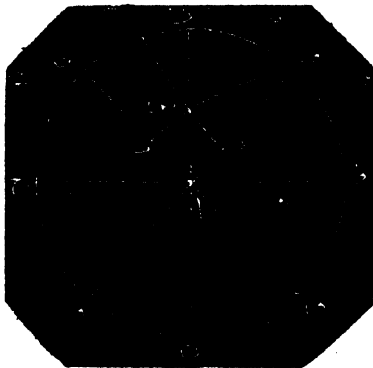


ليكن ف (شكل ٢٨) قطب دائرة البروج ف ص ف ص
متني عرض الجرمين وما عند ص و ص والزاوية ف = فضلة
طولها. المطلوب ص ص. ولحل المسئلة انظر حساب المثلثات
الكروية تحت مفروض ضلعان والزاوية بينهما مطلوب الضلع
الثالث والعمل كما تقدم في مثال استعمال الانكسار

ان فرض ميل الجرمين وال صعود المستقيم ليكن ف قطب خط الاستواء فيكون ف ص
ف ص متي الميل والزاوية ف فضلة صعودهما المستقيم والعمل كما تقدم

(٩١) مفروض عرض المكان وميل الشمس مطلوب الساعة التي فيها تنتهي اضاءتها على

وجه بناء الشالي ق ظ والتي فيها بيتي اضاءتها علي ب ظ



لتكن في ف (شكل ٢٩) الهاجرة وز سمت الرأس
وزان المتسامنة الاولى اي العمودية على الهاجرة وص النقطة
التي فيها تقطعها الشمس واذا ذاك تنتهي اضاءتها على وجه
حائط الشمالي وف ص ب الدائرة السويعية المارة بالشمس عند
ص . ب ص = ميل الشمس وب ا ص = (ي ز) =
العرض و ا ب اذا تحول الى وقت تدل على كم بعد الساعة ٦
ق ظ او قبل الساعة ب ظ تقطع الشمس المتسامنة الاولى

مثال ١. في عرض شمالي $42^{\circ} 22' 17''$ وميل الشمس $23^{\circ} 27' 30''$ في اية ساعة ينقطع ضياء الشمس عن جانب حائط الشمالي ق ط وفي اية ساعة يبتدئ بعد الظهر

الجواب ٥٢٧ ٢٨ ق ظ و ٤٦ ٢٢ ث ب ظ

مثال ٢ كم ساعة نضيء الشمس على الجانب الجنوبي لحائط عمودي في عرض شمالي ٢٠° ٢٠' اذا كان مبها ٢٠° ش

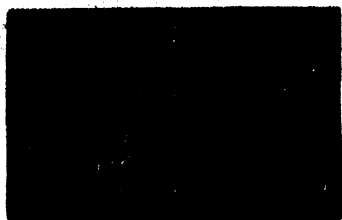
(١٢) مفروض عرض المكان وميل الشمس مطلوب استعمال الوقت بواسطة ارتفاع الشمس

ليكن ز (شكل ٢٠) سمت الرأس و ص موقع الشمس و ف القطب . فبس ارتفاع الشمس

السيدس او بالآة اخرى واصلمة للاختلاف والانكسار و في القطر لاجل استعمال الارتفاع المنخفض

عمليات

من الظاهر كما نعلم سابقاً وأطرحه من ٩٠ يبقى البعد السمتي ز ص اما ف ص فتم الميل وز ف
 من العرض فاضلاع المثلث الكروبي معروفة فنستعلم الزاوية
 ز ف ص فاذا تحولت الى وقت تدل على بعد الشمس عن
 المجرة اي وقت المراقبة قبل الظهر وبعد حسب الواقع



شكل ٣٠

$$\begin{aligned} \varphi &= \text{افرض ف ز} = \text{من العرض} \\ z &= \text{ز ص} = \text{البعد السمتي الحقيقي} \\ d &= \text{ف ص} = \text{البعد القطبي} \\ z &= \text{والزاوية ز ف ص} \\ \text{و } \varphi + d + z &= 180^\circ \end{aligned}$$

بحساب المثلثات الكروية صحيحة ١٤٤

(٢٥)

$$\frac{z}{\sin z} = \frac{(\varphi - \text{ص}) \times (\text{ج} - d)}{\sin \varphi \times \text{ج}}$$

مثال. في عرض ٢٥° ٤٠' شمالي كان ارتفاع الشمس الحقيقي بعد الظهر ٦٠° ٢٧' لما كان
 ميلها ٨° ٥٦' ج

$$d = 98^\circ 0' 56''$$

$$z = 79^\circ 52' 33''$$

$$\varphi = 64^\circ 20' 0''$$

$$(2) \quad 29 \quad 19 \quad 242$$

$$\text{ص} = 121^\circ 9' 44''$$

$$\text{ص} - \varphi = 56^\circ 49' 44'' \text{ الجيب } 1922746$$

$$\text{ص} - d = 22^\circ 2' 48'' \text{ " } 378007$$

$$\text{نظير قاطع } \varphi = 40117$$

$$= d \text{ " } = 42052$$

$$2) 1922746$$

$$\text{جيب } 1922746$$

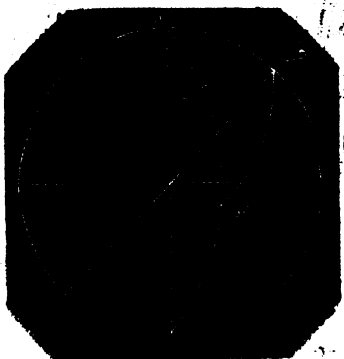
$$\frac{1}{2} z = 18^\circ 5' 54''$$

$$z = 74^\circ 27' 47'' = 4^\circ 58' 11'' \text{ وقتنا ظاهراً ب } \varphi$$

(٩٢) مفروض العرض وميل الشمس مطلوب وقت ابتداء الشفق وانتهائه

قد تقدم ان الشفق يتبدى او ينتهي اذا كانت الشمس ١٨°

عمودياً تحت الافق



الكل (شكل ٢١) سمت الرأس لمكان ما وف القطب

ومن موضع الشمس عند ابتداء الشفق او نهايته ز ص = ٩٠°

١٨° = ١٠٨° ز ف = مم العرض ف ص مم الميل فلنا في

المثلث ف ص ز الاضلاع الثلاثة مطلوب الزاوية السويعية

ز ف ص . ارسم رف عمودياً على الزاوية المطلوبة

شكل ٢١

م ١/٢ ز ص : م ١/٢ (ف ص + ز ف) :: م ١/٢ (ف ص - ز ف) : م ١/٢ (ص ز - ز ر) (٢٦)

ثم بعد استعمال زر و ص ر استعمل الزاويتين عند ف واجمعها

مثال . في عرض ٤٢° ٢٢' اية ساعة يتبدى الشفق وينتهي في النهار الاطول متى كان ميل

الشمس ٢٢° ٢٨' الجواب يتبدى ٦٣° ٤١' ق ظ ينتهي ٥٣° ١٩' ب ظ

(٩٤) لاجل استعمال وقت الشفق الاقصر



ليكن اب (شكل ٢٢) دائرة ميل الشمس في الوقت

المطلوب ارسم آ ب على قرب من الاولى بما لا يقاس

وليواز بها وت ظ على موازاة الافق ١٨° تحته فقياس

الشفق على اب هو د ف ص وقياسه على آ ب هو

س ف ك وعند وقوع الشفق الاقصر تكون زيادة الزاوية

السويعية صفراً فالزاويتان المذكورتان متساويتان ولذلك

د ف ذ = ص ف ض و د ذ = ص ض وبالرسم ذ س

شكل ٢٢

= ض ك والزاويتان عند ذ وض قائمتان وذ د س = ض ص ك وف د ذ = ٩٠°

= زد س اطرح منها زد ذ فالباقية ف د ز = الباقية ذ د س ولهذا السبب ايضا ف ص ز

= ض ص ك وف د ز = ف ص ز

اقطع دن بحيث يعدل ص ز = ٩٠° فلان ف د = ف ص والزاوية ف د ن = ف ص ز

فالقوس فن = ف ز ارسم العمودي ف م فينصف ن ز ثم بحساب المثلثات الكروية

$$\begin{aligned} \text{ن ج ف م} &= \frac{\text{ن ج ف د}}{\text{ن ج د}} = \frac{\text{ن ج ف د}}{\text{ن ج د}} \text{ وايضاً ن ج ف م} = \frac{\text{ن ج ف ن}}{\text{ن ج ن}} = \frac{\text{ن ج ف ن}}{\text{ن ج ن}} \text{ وبالمساواة} \\ &= \frac{\text{ن ج ف د}}{\text{ن ج د}} = \frac{\text{ن ج ف ن}}{\text{ن ج ن}} \end{aligned}$$

ن ج ف د اوج هـ د = ن ج ف ز \times $\frac{ق}{ن ج د}$ = ن ج ف ز \times ماس ن م
وبالتحويل الى نسبة $\frac{ق}{ق}$: ن ج ف ز اوجيب العرض :: ماس ن م (= 90°) : جيب هـ د
اي ميل الشمس عند الشفق الاقصر

(٢٧) ج الميل = ج العرض \times ماس 90°
ف ز اقل من 90° ابداً وزم = 90° فتكون ف م اقل من 90° فيكون نظير جيبها ايجابياً
و د م أكثر من 90° فنظير جيبه سلبى ون ج ف د (= ن ج ف م \times ن ج د م) سلبى فيكون
ف د أكثر من 90° اي ميل الشمس عند الشفق الاقصر جنوبي

(٢٥) لاجل استعمال طول الشفق الاقصر ص ف ز = د ف ن

فاذا ز ف ن = د ف ص قياس الشفق الاقصر

وج ف ز اوج العرض : $\frac{ق}{ق}$:: ج زم (= 90°) : ج ز ف م

و ٢ ز ف م = ز ف ن = د ف ص وهي بالتحويل الى وقت تعدل الشفق الاقصر اى

(٢٨) جيب نصف الشفق الاقصر = $\frac{\frac{ق}{ق} \times ج 90^\circ}{ن ج العرض}$

مثال . مطلوب وقت الشفق الاقصر وطوله في عرض شمالي $23^\circ ٥٤' ٢٧''$

جيب $23^\circ ٥٤' ٢٧''$ $9^\circ ٧٤٦٥٢٠٤$

ماس 90° $9^\circ ١٩٩٧١٢٥$

جيب = $8^\circ ٩٤٦٢٢٢٩ = 8^\circ ٤' ٨''$ ج

وذلك بقرب ٧ اذار و ٦ تشرين الاول

ج $90^\circ \times \frac{ق}{ق}$ $19^\circ ١٩٤٢٢٢٤$

ن ج $23^\circ ٥٤' ٢٧''$ $9^\circ ٩١٩٠٤٦٣$

جيب = $9^\circ ٢٧٥٢٨٦١ = 9^\circ ١٤' ٤٢'' \times 2 = 9^\circ ٢٨' ٤٨''$

(٢٦) لاستعلام ميل الشمس عند دوام الشفق طول الليل (انظر شكل ٢٧) عند ذلك

يكون الشمس عند ك 18° تحت الافق و 18° الميل ق م = ق و = ي ح = متم عرض المكان

فيل الشمس حينئذ = متم العرض - 18° فتناول من الجدول السنوية اليوم الذي للشمس هنا

الميل فلك المطلوب ومعظم ميل الشمس $23^\circ ٢٨'$ فان كان متم الميل أكثر من $28^\circ ٤١'$ او العرض

اقل $48^\circ ٢٢'$ لا يدوم الشفق طول الليل واذا كانت الشمس في الجانب الآخر من خط الاستواء

يكون ميلها 18° - متم العرض

(الثابت) ثم من الارتفاع بعد اصلاحه كما تقدم ا طرح البعد القطبي فما كان فهو العرض وان كان في تكبده الاسفل فاضف البعد القطبي الى الارتفاع الظاهر بعد اصلاحه كما تقدم فما كان فهو العرض

لكي يعلم أهو فوق القطب او تحته لاحظ كفا اي β من ذات الكرسي لان نجم القطب هو عن القطب الى جهة β ذات الكرسي فان كان β ذات الكرسي فوق القطب يكون نجم القطب فوق القطب والعكس بالعكس ولكي تعلم لحظة تكبده فتناول صعوده المستقيم من الجداول السنوية وعندما تدل الساعة النجمية على ذلك فهو على الهاجرة وان كان مغرزا ي δ الدب الاكبر فوق القطب فنجم القطب تحت القطب

اذا قيس ارتفاع نجم القطب δ ا دقيقة قبل وصوله الى الهاجرة او δ بعد وصوله اليها لا يحصل من ذلك خلل في العرض اكثر من δ " وان اخذنا ارتفاعه δ " قبل وصوله الى الهاجرة او δ " بعد ذلك لا يحصل خلل في العرض اكثر من δ "

ويستعمل وقت وصوله الى الهاجرة وقتا شمسيا بهذه القاعدة

ا طرح صعود الشمس المستقيم لليوم المفروض من صعود النجم المستقيم بعد ان تضيف اليه 24 ساعة ان كان صعوده المستقيم اقل من صعود الشمس المستقيم والباقي هو الوقت بعد الظهر الذي فيه يصل الجرم المفروض الى خط نصف النهار

$$\text{مثاله. ص م } \alpha \text{ دب اصغر 1 ايلول } 1849 = 24 + 5^{\circ} 30' 49''$$

$$10^{\circ} 11' 41''$$

ص م الشمس لليوم المفروض

$$= 14^{\circ} 23' 08''$$

حساب فلكي

$14^{\circ} 23' 08''$ صباح ثاني ايلول حساب اعنيادي ثم ان قسنا في ذلك الوقت ارتفاع النجم واصلحناه للانكسار وانخفاض الافق وطرحنا البعد القطبي للوقت المفروض يكون لنا العرض والامر واضح ان هذا العمل يصلح في كل نجم بقرب القطب وهذه ابسط الوسائط لاستعلام العرض (٢) من ارتفاع الشمس اذا كانت على الهاجرة اي الظهر

ان رصدنا الشمس بالسدس قبل الظهر قليلا نجد صورة الشمس بعد انزالها الى الافق لم تبقى هناك بل ترتفع عنه فيجب ان ننزلها ايضا حتى لا تعود ترتفع بل تنزل الى تحت الافق وعندما نشعر بوقوفها تكون على الهاجرة وان استعملنا الافق الزيقي نجعل الصورة تمس التي في الزيقي وكل ما ابتعدت احدها عن الاخرى نقر بها ايضا حتى لا تعود تبعد احدها عن الاخرى بل تترابا ولنا من ذلك الارتفاع الظاهر فاصلحه للانكسار والاختلاف ولا انخفاض الافق ان استعملت الافق

النظري فا كان هو الارتفاع الحقيقي فاطرحه من ٩٠ فا كان هو بعد الشمس عن سمت الرأس ثم ان كانت الشمس في ميل شمالي فاضف الميل الى البعد عن سمت الرأس فا كان فهو العرض وان كانت في ميل جنوبي فاطرح الميل عن البعد السمتي فا كانت فهو العرض . وهذه الواسطة يُعتمد عليها اكثر من الاولى لصعوبة اصابة الافق ليلاً ولكن متى كانت الشمس بقرب المدار الصيفي لا يمكن قياس ارتفاعها بواسطة السدس على الطريقة الاعيادية بالافق الزيني لكبر الزاوية وقد تنزل الشمس الى الافق النظري الى جهة الشمال اذا كان البحر الى تلك الجهة من الناظر باستقبال الشمال وانزال الشمس الى الافق الشمالي ثم اطرح ٩٠ من الارتفاع بعد اصلاحه للانكسار الخ فاي بقي فهو البعد عن سمت الرأس ثم افعل كما تقدم

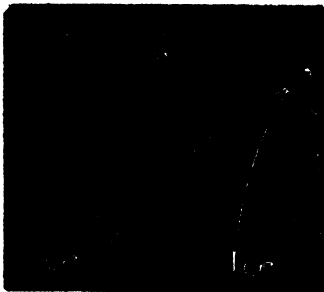
مثال . ارتفاع الشمس الظاهر بالسدس ٦٤° ٢٩' ٤٠" مطلوب عرض المكان

٦٤° ٢٩' ٤٠"	الارتفاع الظاهر
١٥ ٥٢'	١/٢ ق الشمس
٦٤ ٥٥ ٢٢'	ارتفاع مركز الشمس الظاهر
٢٦ +	اضف الاختلاف
٦٤ ٥٥ ٢٦١	
٢٢٩ -	اطرح الانكسار
٦٤ ٥٥ ١٢٢	ارتفاع مركز الشمس الحقيقي
٩٠	اطرحه من ٩٠
٢٥ ٤ ٤٧'	البعد عن سمت الرأس
٨ ٢٨ ٢٢٤	اضف ميل الشمس لانه شمالي
٢٢ ٤٢ ٢١٢	العرض =

(٩٩) قد يحدث احياناً ان الشمس لا تُرى وقت الظهر في ايام الشتاء والغييم في ايام الصيف ولنا واسطة لاستعلام العرض من رصد ارتفاع الشمس مرتين في اية ساعة كانت من النهار وبين المنع الاولى والثانية ساعة او اكثر وان امكن يجب ان يكون الوقت بين الرصد الاقرب الى الظهر والظمر اقل من الوقت بين الرصدتين ويتضح كيفية العمل من هذا الرسم

ليكن ف ز (شكل ٢٤) خط نصف النهار للمكان وز سمت الرأس ص مكان الشمس في الرصد الاول وص مكانها في الثاني ثم في المثلث ص ف ص منروض الوقت بين الرصدتين = الزاوية ص ف ص وايضاً ف ص وف ص = متم ميل الشمس في الوقتين وايضاً ز ص ز ص

تم الارتفاع في الوقتين بعد اصلاحه للاختلاف والانكسار وخطاء الآلة وانخفاض الافق ان
استعمل الافق النظري وان استعمل الزينق فلا يقتضي اصلاح
للاختفاض



شكل ٢٤

ثم في المثلث ص ف ص نستعلم أولاً الزاوية ف ص ص
ثم الضلع ص ص ثم في المثلث ص ز ص لنا الاضلاع الثلاثة
فنستعلم الزاوية ز ص ص اطرح منها الزاوية ف ص ص نبقى
الزاوية ف ص ز ثم في المثلث ف ص ز لنا الزاوية ف ص ز

والضلعان ف ص ز ومننا نستعلم الضلع ف ز وهو من عرض المكان
ليقع خط وهي من الزاوية المجهولة غير المطلوبة عمودياً على ف ص ومن قسمنا من ف ص
ص ب مثلاً

$$(٢٠) \quad \frac{1}{f} : n : ج : ف :: ماس : ص : ف : ماس : ف ب$$

ثم فضلة ص ف و ف ب = ص ب

$$(٢١) \quad ج : ص : ب : ج : ف : ب :: ماس : ف : ماس : ص$$

ان كان ص ف اكبر من ص ب تكون ص و ف متشابهتين
وان كان ص ف اصغر من ص ب تكون ص و ف مختلفتين . فعرفت الزاوية ف ص ص
ولكي يستعلم ص ص

$$(٢٢) \quad n : ج : ف : ب :: n : ج : ص : ف : ن : ج : ص : ص$$

ان كان ص ب و ف متشابهتين تكون ف ص و ص ص متشابهتين ولا ف مختلفتين
ثم في المثلث ز ص ص مفروض الاضلاع الثلاثة مطلوب الزاوية ز ص ص
فلنستخدم العبارة الاولى من عبارات نيپير لهذا المفروض لان الزاوية المطلوبة ليست منفرجة
لنفرض ص ز = ب ص ز = ا ص ص = س $\frac{1}{f} ق = واحد$ ا + ب + س = م

$$(٢٣) \quad ج : \frac{1}{f} زاوية ز ص ص = \frac{ج (ب - م) \times ج \frac{1}{f} (م - س)}{ج ب \times ج س}$$

لانما العمل بموجب هذه العبارة خذ نصف مجموع الاضلاع واطرح منه الضلعين المحيطين بالزاوية
المطلوبة والى جيبى الباقيتين اضف المم الحساي لجيبى الضلعين واقسم المجموع على اثنين فا كان فهو
جيب $\frac{1}{f}$ الزاوية المطلوبة . او استخدم احدى العبارات في صحيفة ١٤٤ من كتابي في التعاليم

ثم اطرح ف ص من ز ص ص يبقى ز ص ف ثم في المثلث ز ص ف لنا الضلعان والزاوية
بينهما مطلوب الضلع الآخر ز ف فحسبها تقدم ليضع عمودي من ز على ص ف

١ ق : ن ج ف ص ز : ماس ز ص : ماس ص ب
افضلة ص ف و ص ب = ف ب

(٢٥) ن ج ص ب : ن ج ف ب : ن ج ص ز : ن ج ز ف

ان كان ص ب و ف ب متشابهتين تكون ص ز و ز ف متشابهتين والافضلتين

مثال . ساعة ٨ و ٢٠ ق ظ وقت ظاهر كان ارتفاع الشمس الظاهر ٤٢ ° ٢٤ ' ٤٠ "

وساعة ١٠ و ٢٠ كان ارتفاع الشمس ٦٦ ° ٢٠ ' ٢٥ " مطلوب عرض المكان على افتراض ميل
الشمس في الرصد الاول ١٩ ° ٥٤ ' ٤٢ " وفي الثاني ١٩ ° ٥٢ ' ٤٦ "

تنصيل العمل

الرصد الاول ٨ و ٢٠ ق ظ الارتفاع الظاهر ٤٢ ° ٢٤ ' ٤٠ "

خطاء الآلة

+ الاختلاف

+ قطر الشمس

١
٤٦ ° ٢٤ ' ٤٠ "

٤٢ ° ٤١ ' ٢٢ "

٨٤ ' ٥٩ "

الانكسار -

٤٢ ° ٤٠ ' ٢٢ = ارتفاع مركز الشمس

الحقيقي عند الرصد الاول

الرصد الثاني ١٠ و ٢٠ ق ظ الارتفاع الظاهر ٦٦ ° ٢٠ ' ٢٥ "

١٥ ' ٤٦ ° ٢٠ "

+ قطر الشمس

+ خطاء الآلة

٦٦ ° ٢٧ ' ١١ "

٤٢ ' ٢٢ "

+ اختلاف

٦٦ ° ٢٧ ' ١٤ "

٢٤ ' ٢٢ "

الانكسار -

٦٦ ° ٢٦ ' ٥٠ = ارتفاع مركز الشمس

الحقيقي عند الرصد الثاني

الوقت بين الرصدين = ٢ = ٢٠ = زاوية ص ف ص

$$٩٠ - ٤٢' ٤٠'' = ٢٢' ٥٠'' = ٤٧' ١٩'' = ٢٧' ٥٠'' = ص ز$$

$$٩٠ - ٦٦' ٢٦'' = ٥٠' ٥٢'' = ٢٢' ٢٢'' = ٤٨' ٩'' = ص ز$$

الميل عند الرصد الاول = ١٩' ٥٤'' = ٤٨' ٤٢'' فيكون ص ف = ٧٠' ٥٨' ١١''

عند الثاني = ١٩' ٥٢' ٤٦'' " ص ف = ٧٠' ٦' ٩٦' ١٢''

لاستعلام ص ف ص ق : ن ج ف : م ف ص : م ف ب مثلاً. فضلة ف ص و ف ب = ص ب
ج ص ب : ج ف ب : م ف : م ف ص ص ان كان ف ص < ص ب تكون زاويتنا
ص و ف متشابهتين والاف مختلفة

$$٢٠ = ن ج ف = ١٩٢٧٥٢٠٦$$

$$١٠٤٤٠٩٧٩٠ = م ف ص = ٧٠' ٥٨' ١١''$$

$$١٠٢٧٨٥٠٩٦ = م ف ب = ٦٧' ١٨' ١٦''$$

$$٧٠' ٦' ٩٦' ١٢'' = ف ص$$

$$٦٧' ١٨' ١٦'' = ف ب$$

$$٢' ٤٨' ١٢'' = ص ب = ص و ف متشابهتين$$

$$٩٦٤٨٩٥٢ = ٦٧' ١٨' ١٦'' = ج ف ب$$

$$٩٧٦١٤٣٩٤ = ٢٠ = م ف$$

$$١٩٧٢٦٣٤٧$$

$$٨٦٨٩٤١٢٢ = ٢' ٤٨' ١٢'' = ج ص ب$$

$$١١٠٢٦٩٢١٥ = م ص = ٨٤' ٤٥' ٦١''$$

لاستعلام ص ص ن ج ف ب : ن ج ص ب : ن ج ف ص : ن ج ص ص

$$٩٩٩٤٨٠٠ = ٢' ٤٨' ١٢'' = ن ج ص ب$$

$$٩٥٣٢٢٤٥٠ = ٧٠' ٥٨' ١١'' = ن ج ف ص$$

$$١٩٥٣١٧٢٥٠$$

$$٩٥٨٦٤٧٥٧ = ٦٧' ١٨' ١٦'' = ن ج ف ب$$

$$٩٩٤٥٢٤٩٢ = ن ج ص ص =$$

$$= ٢٨' ١٠' ٢٧''$$

في الثلث ص ص = $27^{\circ} 50' 19''$

ص ز = $27^{\circ} 22' 22''$

ص ص = $27^{\circ} 10' 27''$ مطلوب ص ص

٢) $28^{\circ} 02' 47''$

المجتمع

$26^{\circ} 27' 22''$

نصف المجتمع

البقية الاولى $26^{\circ} 2' 14''$ ج = 1677264

" الثانية $21^{\circ} 16' 14''$ ج = 6096306

ص ز = $23^{\circ} 22' 48''$ ج ح م = 1292404

ص ص = $28^{\circ} 10' 27''$ ج ح م = 8289203

٢) 199395863

$99647921 = \frac{1}{2} \text{ ج ص ص} =$

$27^{\circ} 14' 22'' =$

$28^{\circ} 28' 44'' = \text{ص ص}$

$84^{\circ} 45' 71'' = \text{ف ص ص}$

$49^{\circ} 43' 28'' = \text{ص ص ف}$

في ص ص ف = $23^{\circ} 22' 48''$

ص ف = $70^{\circ} 6' 12''$

لاستعلام ز ف : ن ج ص : م ص ز : م ص ب

فضلة ص ب و ص ف = ف ب ن ج ص ب : ن ج ف ب : ن ج ص ز : ن ج ف ز

ان كان ص ب و ف ب متشابهين يكون ص ز و ف ز متشابهين والا فمختلفين

ن ج ز ص ف = $49^{\circ} 43' 28'' = 101770181$

م ص ز = $23^{\circ} 22' 48'' = 1292404$

$140146442 = \text{م ص ب} = 10^{\circ} 27' 50''$

ص ف = $70^{\circ} 6' 12''$

ص ب = $10^{\circ} 27' 50''$

$54^{\circ} 29' 8'' = \text{ف ب}$ فيكون ص ز و ف ز متشابهين

$$\text{ن ج ف ب } ٥٤' ٢٩' ٨'' = ٩٧٦٤١٠٤٧$$

$$\text{ن ج ص ز } ٢٣' ٢٣' ٩'' = ٩٦٦٢٧٧٢٦$$

$$١٩٧٢٦٨٧٧٢$$

$$\text{ن ج ص ب } ١٥' ٢٧' ٥'' = ٩٩٨٢٦٦١٤$$

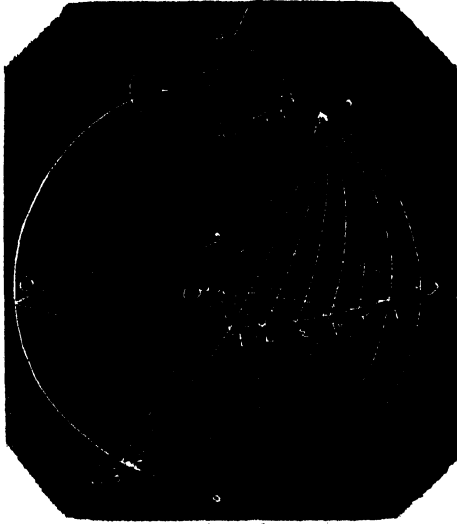
$$٩٧٤٢٢١٥٩ = \text{ن ج ف ز} -$$

$$- ٥٦' ٢٢' ٣'' = \text{متم العرض } ٩٠$$

$$٢٣' ٢٦' ٨٨'' ٥٧'' = \text{العرض}$$

في كيفية اصطناع المزاوِل

(١٠٠) ان الشمس في الظاهر تكمل دورانا واحدا حول الارض في ٢٤ ساعة فتكون حركتها كل ساعة $\frac{٣٦٠}{٢٤} = ١٥^\circ$ ثم ان حسبنا الارض شفافة ومحورها ف مظلما يقع ظل الخط ف



شكل ٢٥

على الخط من خطوط نصف النهار الذي يتقابل مكان الشمس ويتحرك ذلك الظل ١٥° كل ساعة فليكن فرم (شكل ٢٥) خط نصف النهار لكان ز فعند اظهر يقع ظل ف ف على ف ر ف و يقطع سطح الافق ن ور في الخط س ر ثم بعد ساعة اية الساعة الواحدة بعد ١٢ يقع ظل ف ف على الخط ف ا ف و يقطع سطح الافق في الخط س ا وبعد ساعتين يقع الظل على الخط ف ٢ ف و يقطع سطح الافق في الخط س ٢ وهكذا الى النهاية

الزاوية رس ا = ١٥° ورس ٢ = ٣٠° وهلم جرا الخ وف رمعروفة اي عرض المكان وف را فائمة والزاوية رف ا = ١٥° مطلوب را اي قياس الزاوية البسيطة رس ا اجعل ف را وسط فيكون رف ا ورا الجزئين المتواليين وحسب قاعدة نيپير

$$\frac{\text{ج ف ر}}{\text{ن ج ف ر}} = \frac{\text{ا}}{\text{اي م ر ا}} \quad \text{و} \quad \frac{\text{ا}}{\text{ا}} = \frac{\text{ا}}{\text{ا}} \quad \text{و} \quad \frac{\text{ا}}{\text{ا}} = \frac{\text{ا}}{\text{ا}}$$

(٢٦)

$$\text{اي م ر ا} = \text{ج ف ر} \times \text{م ر ف ا}$$

$$\text{ومكنا ما س ر ٢} = \text{ج ف ر} \times \text{م ر ف ا} \times \text{الخ}$$

ايه ماسات الزوايا ١٢ س ١ ١٢ س ٢ الخ = ج العرض X ماسات الزوايا الحادثة عند القطب اي ١٥ ٢٠ ٤٥ الخ
فان فرض عرض مكان ٢٣ ٤٣ ٢٠ نصف جيب هذا العرض الى ماس ١٥ فيكون لنا ماس الزاوية رس ١ وهكذا الخ

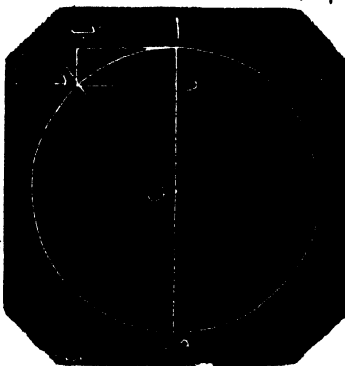
ثم انقل هذه الخطوط وهذه الزوايا الى سطح الارض عند ز فيكون لك مزولة موازية سطح الافق تصلح لعرض مكانك ولا فرق ان جعلت زد عمودياً على سطح الدائرة او مائلاً غير انه ان كان مائلاً يجب ان تكون الزاوية د ز ١٢ = عرض المكان

(١٠١) ان اردت اصطناع مزولة عمودية على سطح الافق فاحسب ظل ف ف واقفاً على سطح عمودي على سطح الافق ماراً بمركز الارض فيقع الخط س ١٢ على الخط س م ثم افعل كما تقدم ثم بعد اصطناع المزولة ركبها حتى يقع الظل عند الظهر على الخط س ١٢ واجعل الخط س ١٢ على موازاة خط نصف النهار لمكانك بضبطه على نجم القطب عند وصوله الى خط نصف النهار حسبما تقدم في الكلام عن العرض

في هيئة الارض وكثافتها

(١٠٢) قد راينا سابقاً ان للارض هيئة شبه كرة ولما كان نصف قطر الارض قاعدة المثلثات التي تتم بها القياسات الفلكية فيجب التدقيق التام في معرفته وهو يستعمل من اربعة اشياء الاول فعل القوة الدافعة الى خلاف جهة المركز الحاصلة من دوران الارض على محورها الثاني قياس اقواس من خطوط نصف النهار على سطح الارض الثالث اختلاف خطر ان رقاص في اماكن مختلفة

الرابع اختلاف فعل جاذبية الارض بالتمر بسبب زيادة الهبوط في الجهات الاستوائية (١٠٣) القاعدة الاولى للقوة الدافعة عن المركز اذا تحرك جسم في دائرة



شكل ٣٦

اذا دار جسم في دائرة فالقوة الدافعة عن المركز او الجاذبة الى المركز (لانها متساويتان) تتغير بالنسبة الى مربع السرعة مقسوماً على راقى الدائرة

لفرض ا د (شكل ٣٦) = س السرعة ايه المسافة التي يدور بها جسم في ثانية واحدة فالقوة الدافعة يدل عليها ا ب ولولا القوة الجاذبة نحو المركز لم يزل الجسم على ا ب ولكن القوة

الجاذبة ارنجذب نحو ي فينحوّل الجسم عن اب الى اد فلتكن الجاذبة ج اما اد فيدل على
النوس او على وتر ذلك القوس لان الفرق بين قوس صغيرة ووترها لا يعتد به
فلنا ار:اد :: اد:ام (اقليدس ق ٨ ك ام)

$$\text{اوج : س : س :: س : ٢ : ١} \times \frac{1}{2} \text{ ق اي ج} = \frac{\frac{1}{2} \text{ ق}}{\frac{1}{2} \text{ ق}} \text{ اي الجاذبة تتغير بالنسبة الى } \frac{\frac{1}{2} \text{ ق}}{\frac{1}{2} \text{ ق}}$$

وفي كل حركة في دائرة القوة الجاذبة والدافعة متعادلتان وفي دائرة مفروضة قيمة $\frac{1}{2} \text{ ق}$ ثابتة
فتتغير القوة الدافعة او الجاذبة بالنسبة الى مربع السرعة

مثالة . في ادارة كرة مربوطة بخيط على طول مفروض اذا تضعفت السرعة بزيد الشد على
الخيط ٤ اضعاف فيقتضي ان تزيد متانة الخيط اي القوة الجاذبة ٤ اضعاف ايضاً

(١٠٤) القاعدة الثانية - اذا دار جسم في دائرة فالقوة الجاذبة او الدافعة هي بالنسبة الى

$\frac{1}{2} \text{ ق}$ الدائرة مقسوماً على مربع وقت الدوران

لنفرض ت وقت الدوران في المحيط $2\pi \frac{1}{2} \text{ ق}$ (انظر كناي في المساحة الخ صحيفة ٢٢٤)

ولكن س = السرعة في ثانية واحدة

$$\text{فلنا } 2\pi \frac{1}{2} \text{ ق} = \text{ت س وس} = \frac{2\pi \frac{1}{2} \text{ ق}}{\text{ت}} \text{ وس} = \frac{2\pi \frac{1}{2} \text{ ق}}{\text{ت}} \text{ وقد تقدّم (١٠٣) ان}$$

$$\text{ج} = \frac{\frac{1}{2} \text{ ق}}{\frac{1}{2} \text{ ق}} = \frac{2\pi \frac{1}{2} \text{ ق}}{\text{ت}} \text{ وذلك بتغير بالنسبة الى } \frac{1}{2} \text{ ق}$$

فان كان الوقت ثابتاً يجب ان تزيد القوة الجاذبة بالنسبة الى زيادة نصف القطر لان ج

$\propto \frac{1}{2} \text{ ق}$ اي اذا تضعف طول الخيط يقتضي ان تضعف متانته لكي يدبر الكرة في الوقت الاول

(١٠٥) لو فرض ان الارض كانت في البدء سائلة ثم دارت على محورها لحصل من ذلك

تمدّد عند خط الاستواء وتسطح عند القطبين وان حسبناها جامدة لتكوّمت المياه عند خط الاستواء

وانكشفت اليابسة عند القطبين وبزعم من ذلك ان هو اجر الارض ليست دوائر نامية بل انها هليجيات

بناءً على معرفتنا بفعل الحركة الى خلاف جهة المركز في سائر الاجسام وقد صرح بذلك اولاً اسحق

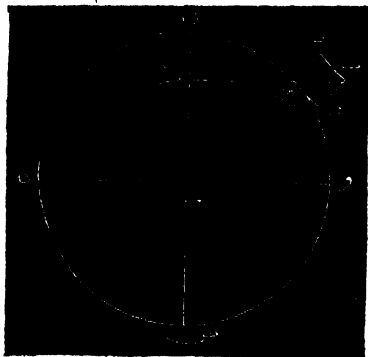
نيوتون وقد ثبت من اوجه شتى

(١٠٦) في القوة الدافعة عن المركز على سطح الارض - كل جوهر من الهولي على سطح

الارض يتأثر بالقوة الدافعة

ليكن ن ص (شكل ٢٧) المحور وج جوهر هولي منحرك في دائرة نصف قطرها ج ط فيدل

ج ب على القوة الدافعة. حلها الى ج د على استقامة س ج وج ف ماس الدائرن وص. فإن

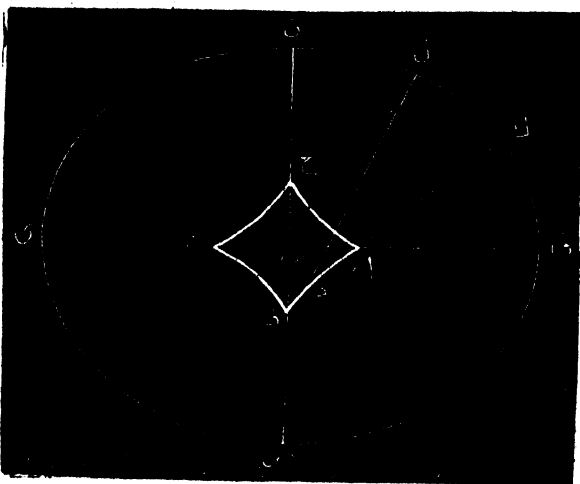


∴ $\frac{1}{4} ق : ن ج$ العرض ولكن القوة الدافعة لا تقاوم الجاذبية على خط مستقيم إلا عند خط الاستواء
فاذا كان $ج ب$ كل القوة الدافعة عند $ج$ يكون $ج د$ القسم منها الذي يقاوم الجاذبية ونسبة
 $ج ب : ج د : ج س : ج ط$ اي ∴ $\frac{1}{4} ق : ن ج$ العرض فيقل الوزن ايضاً على النسبة المذكورة
فنسبة خسارة الوزن على خط الاستواء الى خسارته في اي عرض $فرض ∴ \frac{1}{4} ق : مربع ن ج$
العرض اي $ج د ∞ ج ط$

(١٠٩) قد ظهر بالرقاص ان وزن جسم على خط الاستواء يقل عما هو عند القطب $\frac{1}{194}$
وقد تبرهن ان الخسارة بالقوة الدافعة هي $\frac{1}{389}$ فيبقى $\frac{1}{59}$ لا يعلل عنه بهذا السبب فينسب الى الهيئة
الاهليجية بها يصير خط الاستواء ابعد من القطب عن المركز

(١١٠) ثم يبرهن صحة ما تقدم بقياس اقواس من خطوط نصف النهار في اماكن مختلفة
بين خط الاستواء والقطب فان وجدت الدرجات متساوية ابدأ تكن الارض كرة وان وجدت
الاميال في درجة من العرض تزيد بالاقتراب الى القطبين تكون شبيهة بكرة وقطرها القطبي
اقصر من قطرها الاستوائي

لو كانت الهواجر دوائر لكانت درجات العرض على طول واحد ابنا وقعت واذا طالت
الدرجة نحو القطب فلان نصف قطر الفوس قد طال فتكون تلك الفوس قوساً من دائرة اكبر



شكل ٢٨

وتغير الانحناء على هذه الكيفية من خصائص
الاهليجي فعند $ق$ (شكل ٢٨) تكون الدرجة
اقصر وعند $ك$ اطول وعند $ل$ اطول
وهكذا الى القطب $ن$. ومركز فوس $ق$ هو
اي اقرب الى السطح من مركز الاهليجي
ومركز $ك$ عند $ب$ ومركز $ل$ عند $د$ ومركز
الفوس القطبي $ن$ عند $ف$ اي الى الجهة
المتقابلة من المركز $س$. فمراكز الربع الاهليجي
 $ق ن هـ$ في المخفي $ا ب د ف$ وهو المستقيم

درج ذلك الربع فكل ربع من كل هاجرة حاصل من انفراس درج والدروج الاربعة تكون
الشكل $ا ف غ ح$ حول المركز فلا نقطة من الهاجرة مركزها في مركز الارض

(١١١) ولاجل ابصاح كيفية قياس خط من خطوط نصف النهار لنفرض

$هـ =$ ميادة الهاجرة اي فضلة نصف المحور الاكبر وبعد المركز عن المحترق

A = نصف المحور الاطول اي $\frac{1}{2}$ ق الارض الاستوائي

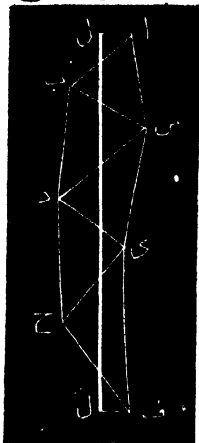
B = نصف المحور المنضم " " " القطبي

ط وط طول قوسين من الهاجرة بينهما α من العرض

ع ع عرض منتصف القوس ط والقوس ط

فيستعلم ع ع وط وط بالرصد والقياس وقد تقدم كيفية استعمال العرض اي ع وع

فلاستعلم ط وط قس القاعدة اب بالتدقيق (شكل ٣٩) على سهل متسع وعين مقامات الى الجنوب او الى الشمال س دي ح ف بحيث يرى س من ا ومن ب ويرى د من س وب ويرى ي من س ود وهم جراً الى النهاية فالامر ظاهر انه بعد قياس اب فعلاً وقياس الزوايا عند ب وس يستعلم اس وس ب وهكذا في كل المثلثات. ثم حول هذا القياس الى سطح الافق هكذا



ليكن ز (شكل ٤٠) سمت الراس ومن الافق واب مقامين

شكل ٣٩

واستعلم ارتفاعها م ا ن ب والبعد بينهما اب ثم في المثلث ز اب مفروض

الاضلاع فستعلم الزاوية ز اي القوس م ن قياسها على الافق. ويستغنى عن هذا التحويل اذا قيست

الزوايا بواسطة آلة ذات نظارة تتحرك عمودية على الافق

وعند قياس اس ب (شكل ٣٩) تُعرف الزاوية الحادثة

بين اس والهاجرة ومسطح كل ضلع X نظير جيب الزاوية المشار

اليها (اي التي يحدنها مع الهاجرة) يعدل طول ذلك الضلع اذا

اُتي على سطح الهاجرة ومجتمع القاءت صف من الاضلاع مثل اب

وب س وس د ودي وي ح وج ف يعدل ل ل

افرض $a =$ مجموع القاءت المشار اليها اميالا

وع ن = عرض النقطة ا اي الشمالية

وع ج = " " " ف " الجنوبية

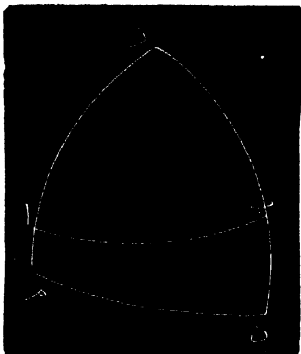
فلنا ع ن - ع ج $\alpha :: 1 : a :: ط$

وط = $\frac{ع ن - ع ج}{a}$

ع ن - ع ج وع = $\frac{ل ن + ل ج}{2}$

كررها العمل في مكان آخر الى الشمال او الى الجنوب من الاول فتستعلم قيمة ط ول فيستعلم

طول قوس من الهاجرة في العرضين ومن ذلك المحيط حسب قواعد قطع المخروط في خصائص



شكل ٤٠

(١١٢) قد قاس معلوم هذا الفن اقواس من خطوط نصف النهار على درجات مختلفة من

العرض وكانت كما يأتي

في الهند الشرقية في عرض ١٢° ٢٢' ٢٠"	فكانت الدرجة ٢٦٢٩٥٦ قدماً
" " " ١٦° ٨' ٢١"	" " " ٢٦٣٠٤٤
" " " ٢٩° ١٢'	" " " ٢٦٣٧٨٦
" " " ٤٢° ٥٩'	" " " ٢٦٤٢٦٢
" " " ٤٤° ٥١' ٢"	" " " ٢٦٤٥٧٢
" " " ٥٤° ٨' ١٤"	" " " ٢٦٥٠٨٧
" " " ٥٦° ٣' ٥٥"	" " " ٢٦٥٢٩١
" " " ٦٦° ٢٠' ١٠"	" " " ٢٦٥٧٤٤

وعلى موجب هذه القياسات يكون $0.68468 = 0.000$

$A = 2$ القطر الاستوائي 79256.4 ميلاً

$B = 2$ القطبي 78991.14

المعدل 79112.309

فضلة القطرين 7649 ميلاً والهلجية A بـ فضلة $\frac{1}{4}$ ق الاستوائي والقطبي في اجزاء من

(٢٨) الاستوائي محسوباً واحداً $\frac{B-A}{A} = \frac{1}{7918}$ من المعدل

فيكون جرم الأرض $(79112.309) \times \frac{\pi}{4}$

$= 0.0236 = 2094000000$ ميل مكعب

و 2098000000 اذا اضفنا الزيادة

(١١٣) وقد انضح ايضاً ان دائرة خط الاستواء ليست دائرة تامة بل هلجية وان قطرها

من طول $14' 23''$ شرقاً الى $194' 23''$ شرقاً اطول من العمودي عليه ميلين

الاطول 41802874 قدماً

الاقصر 41843896 قدماً

(ذكر في اعمال الجمعية الفلكية مجلد ٢٩ سنة ١٨٦٠) فلونومنا كره مصنوعة على القطر القطبي

يكون الفرق بين الكره الموهومة والكره الحقيقية حلقة او منطقة او قشر عنقها عند خط الاستواء

12 ميلاً ترق عن الجانبين نحو القطبين وهذه المنطقة او هذه الحلقة قد سُميت حلقة الأرض الاستوائية

وهي تأثر في حركات الارض والقمر بنسبة بعضها الى بعض من زيادة الجاذبية عليها
(١١٤) محيط الارض الاستوائي ٢٥٠٠٠ تقريباً او ٢٤٨٩٩٦ تماماً ودرجة العرض في ٥٠°
في ٢٠ ميلاً تقريباً وفيها من الوف الاقدام ما يعدل ايام السنة اي ٢٦٥٠٠٠ وكل ثانية ١٠٠ قدم
تقريباً في العرض المذكور

(١١٥) ثالثاً يبرهن كون هيئة الارض شبيهة بكرة من خطر ان رفاص على موجب قاعدة في
الميكانيكيات اي ان خطر ان رفاص على طول واحد اذا فعلت فيه قوات مختلفة بتغير كتغير جذور
تلك القوات المائلة فاذا انتقل رفاص الى اماكن مختلفة وعُينت مراراً خطر ان في وقت مفروض
تُعرف نسبة قوة الجاذبية في تلك الاماكن بعضها الى بعض ومن ثم يُحسب بعد الاماكن عن مركز
الارض واخيراً نسبة النطر الاستوائي الى القطبي وقد وُجد ان الخطران يسرع بالتقدم الى ناحية
القطب فيكون القطب اقرب الى المركز من خط الاستواء

(١١٦) رابعاً يبرهن ان الارض شبيهة بكرة من ان للفر اختلافاً في حركته حاصلًا من
زيادة جاذبية اجزاء الارض الاستوائية فمن هذه الاختلافات يُعرف مقدار زيادة الهولي في اجزاء
الارض الاستوائية ومن هذه الطرق المستقلة تُعرف هيئة الارض الحقيقية ومن ثم يُعتمد على نصف
قطرها قاعدة لقياسات كثيرة

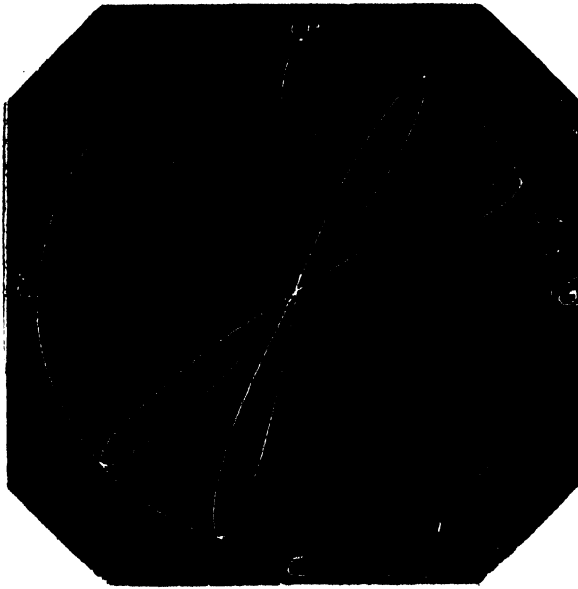
(١١٧) اما من جهة حركتها اليومية من الغرب نحو الشرق فيبرهن من انه اذا أُسقط جسم
من علو فلا يقع على خط عمودي من نقطة ابتداء سقوطه الى سطح الارض بل الى الشرق منه لان
الحركة في الاعالي اسرع مما هي في الاسفل وذلك على خط الاستواء بخلاف قيراطين على السقوط
من علو ٥٠ قدم وقد تبرهن هذا الامر من امتحانات كثيرة أُجريت في اماكن كثيرة عن يد علماء
كثيرين

وتبرهن حركة الارض من الغرب الشرق اليومية ما سُمي عل فوكولت نسبة الى من اجراه
اولاً وهو انه اذا عُلق ثقل بمخيط دقيق طويل وخطر مثل رفاص ساعة فالسطح الذي يخطر فيه هو
عمودي على الافق ويمر بنقطة التعليق والثقل يرسم خطاً مستقيماً وعلى قصصه يُحسب موازياً لسطح
الافق ومن تلقاء خاصية السكون التي يشترك فيها كل جسم يتحرك في سطح واحد ابداً او اذا
تحركت نقطة التعليق يتحرك في سطح بوازي الاول ابداً. فاذا خطر شمالاً وجنوباً عند خط الاستواء
اي في سطح الهاجرة يبنى على ذلك لانه بحركة الارض من الغرب الى الشرق لا يتحول عن سطح
عمودي ماراً بنقطة التعليق ولو كان ذلك السطح ينقل كل لحظة

اذا فُعل ذلك عند القطب لا تتحرك نقطة التعليق من موضعها بل تتحرك الارض تحتها ١٥°

كل ساعة والنفل يبقى في سطحه الأول فالامركانه دار في رسم اقطار دائره كامله في ٢٤ ساعة على نسق ١٥ كل ساعة فاذا اجري العمل بين خط الاستواء والنقطه يتحول عن الخط الأول بالظاهر ونسبة الانحراف : ١٥ :: جيب العرض : فرق

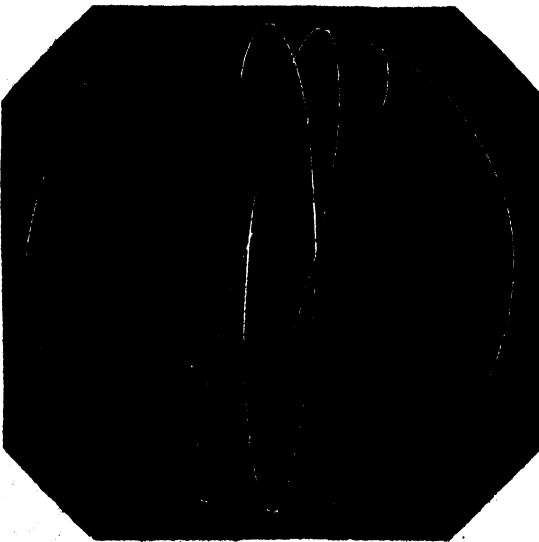
ويبرهن دوران الارض على محورها ايضا من مبادرة الاعتدالين كما سيأتي في محله (١١٨) على ثقل بواسطه شريط طويل فوق مائنه مستدبره السطح واجعله ان يخطر في سطح الهاجره حتى لا يغير بفرقه دافعه الى احد الجانبين عند تحريكه فاجذبه الى الجنوب او الشمال بخط دقيق



شكل ٤١

ثم افلته باحراق الخيط فيبتدئ يخطر في سطح الهاجره ثم اذا لاحظته عند طرفي قوس الخطران ترى انه بالظاهر قد مال عن سطح الخطران الأول فالطرف الشمالي يكون قد تحرك في السموت نحو الشرق والجنوبي نحو الغرب اذا كان العمل في النصف الشمالي وبالعكس في النصف الجنوبي وبعد حين يرى ان الخطوط المرسومة على المائده ليست هي خطوط مستقيمه كما كانت لو بقيت المائده ثابتة بل هي منحنيات مثل المرسومة في (شكل ٤١) كلها تتقاطع في مركز المائده

فلو حدث الزيفان عن السطح الأول من تحريف النفل بالتحريك الأول لما رسم منحنيات من النوع المذكور بل من النوع المرسوم في (شكل ٤٢) اما المنحنيات من النوع الأول فهي نفس ما يقتضيه الخطران في سطح واحد ودوران المائده تحت الثقل . اي قد حمل جانب المائده الجنوبي الى الشرق اكثر من الجانب الشمالي فكانها قد تحركت في سطحها على مركزها

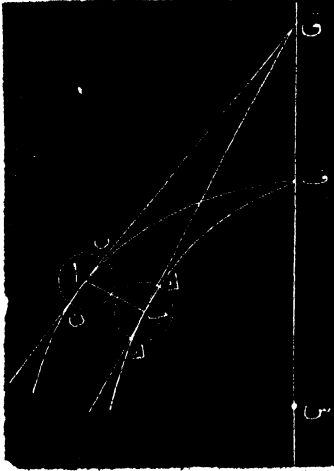


شكل ٤٢

وهذه الحركة دائره كامله في ٢٤ ساعة عند القطب ولا شيء عند خط الاستواء كما هو واضح لافل تأمل والعمل اوضح كلما تقدم العامل

نحو القطب كما ينضح من شكل ٤٣

ليكن ف (شكل ٤٣) القطب الشمالي وس مركز الارض وس ف ق محورها بعد اخراجها



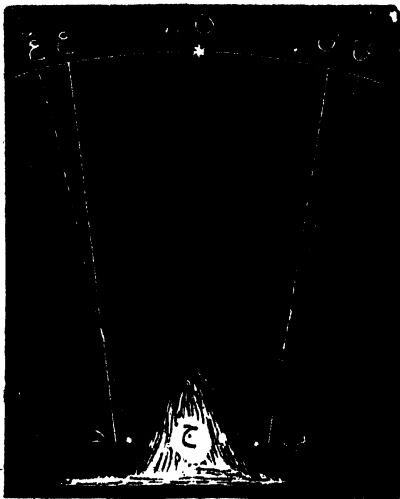
شكل ٤٣

واوب وضع المائدة في وقتين بينها دقيقة مثلاً فيها قد دارت الهاجرة اف ١٥ حول ف حتى صارت في ب ف فسطح المائدة تماس لسطح الارض فاذا اخرج من ا او من ب يلاقي المحور عند ق راس مخروط قاعدته الدائرة اليومية للمحل وفي هذه المدة البسيطة بحسب سطح المخروط ق ا ب مستويًا فتكون حركة المائدة كأنها قسم من ذلك السطح وكأنها دوران حول ق والنقطة من محيطها المنحني نحو ق وهي عند ا تبقى متجهة الى ق بعد نقلها الى ب والنظر الموافق الهاجرة ينقل من الوضع ن الى الوضع ك ك وبينهما الزاوية اق ب وهي لاشيء عند خط

الاستواء اي المماس لا يلاقي المحور وعند القطب هي نفس الزاوية الكروية اف ب

(١١٩) ان كثافة الارض بالنسبة الى كثافة الماء :: ٥٦٧ : ١ اي ثقلها النوعي = ٥٦٧

وقد تاكد ذلك من امتحانات كثيرة منها ما أجري على جبل عالي في اسكوتلاندا على هذه الكيفية



شكل ٤٤

ليكن ج (شكل ٤٤) الجبل ب ود مقامين الواحد على جانبيه الشمالي والآخر على جانبيه الجنوبي وهما على هاجرة واحدة ونجماً ون غ ن ي بعد النجم عن سمت الراس للمقامين معروف بالقياس بواسطة نظارة سمتية فلولا الجبل لدل ميزان النظارة على سمت الراس غ وي وجاذبية الجبل قد حرفة الى غ وي فتمت وصل النجم ن الى خط نصف النهار قبس ن ي ثم في اليوم التالي ن غ وقد عرف ن ي ن غ اي فضلة عرض المقامين فعرف انحراف الميزان عن العمودية بمجاذبية الجبل فوجد غ غ ي ي =

١١٧ اي ثقل الميزان الدال على الخط العمودي انحراف عن العمودية أكثر من ١١ بمجاذبية الجبل ثم بقياس الجبل في جهات مختلفة منه حسب جرمه وكثافته ونسبة جرم الجبل : كثافته :: جرم الارض : كثافتها . ووجد من ذلك كثافة الارض ٥٦٧٢

(١٢٠) وقد استعمل بعضهم كثافة الارض حديثاً سنة ١٨٧٢ بواسطة ميزان الثقل الذي اخترعه

كاثنديس في القرن الماضي فوجد ان معدّلها في الصيف ٥٦' ٥ وفي الشتاء ٥٠' ٥ ومعدّلها ٥٣' ٥
ان حسبنا وزن قدم ماء مكعب ٦٢ ليبرا يكون وزن الأرض

..... ٦٠٦٩ طون

فضلاً عن وزن الهواء وعلى افتراض علو الهواء ٢٧ ميلاً فقط يكون ثقله وحده

..... ٥١٧٨ طون

ولكن اجزاء سطح الأرض ليس لها هذه الكثافة والنتيجة ان كثافة اجزائها الداخلية أكثر من كثافة
اجزاء سطحها وهذا مثبت الزعم بانها كانت سائلة لان السائل عند جموده يُجذب اجزائه الكثف
الى نحو مركز الجاذبية

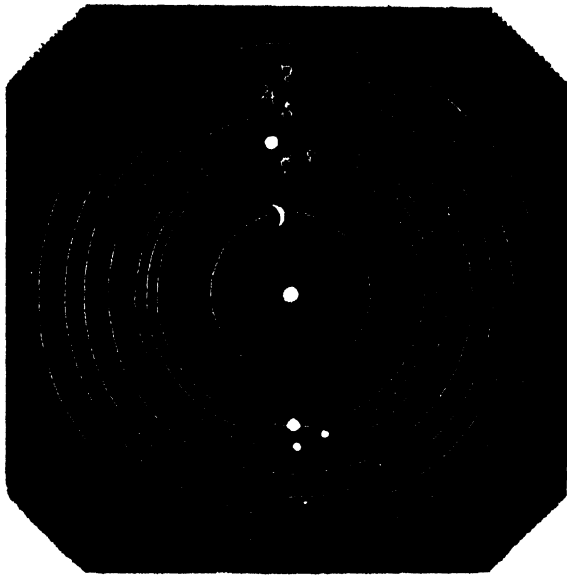
ان معرفة كثافة الأرض امر كلي الاعتبار لانه منها يستعلم كثافة الاجرام السماوية ومن كثافتها
مقدار جاذبيتها ومن ذلك فعلها في حركات الاجرام الأخر
وزعم اسحق نيوتون بان كثافة الأرض ٥ او ٦ مرات كثافة الماء وذلك قبل استعلامها
بزمان طويل



الجزء الثاني

في النظام الشمسي

(١٢١) في ما تقدم قد نظرنا الى الارض من جهة نسبتها الى الاجرام السماوية فلننظر الآن



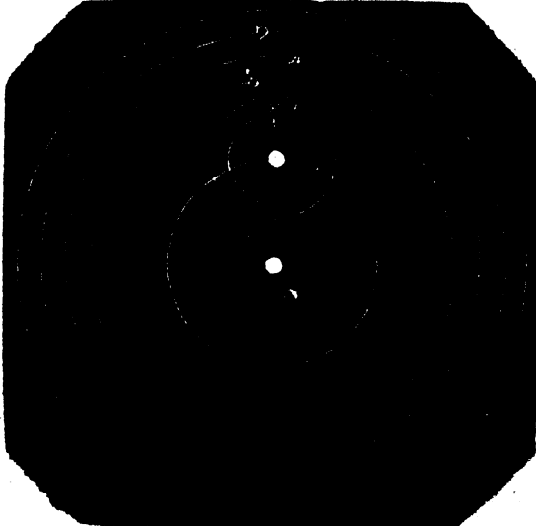
النظام البطليموسي شكل ٤٥

الى النظام الشمسي اي الاجرام التي لها حركات حول الشمس واولاً الى الشمس نفسها ثم الى القمر ثم الى السيارت ثم الى النجوم ذوات الاذنان الاراء من جهة النظام الشمسي اربعة

الاول الراي البطليموسي نسبة الى بطليموس من مدرسة الاسكندرية صاحب كتاب المجسطي عاش نحو ١٢٠ ق م وعلم بان الارض في المركز وكل السيارت تدور حولها اولاً

القمر ☾ ثم عطارد ☿ ثم الزهرة ♀ ثم الشمس ☼ ثم المريخ ♂ ثم المشتري ♃ ثم

زحل ♄ اما ارسترخوس من جزيرة صاموس ق م ٢٨٠ فعلم حسب رايه ارخميدس



النظام المصري شكل ٤٦

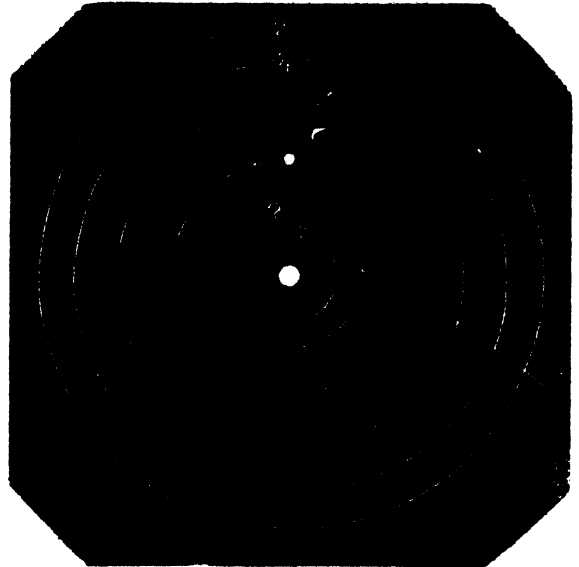
وفلوطرخوس ان الارض تدور حول الشمس فشككي عليه بالكفر وبعد ذلك بنحو ٢٠ سنة علل كنيانثوس من اسوس عن ظواهر الاجرام السماوية بثبوت الشمس ودوران الارض حولها ودورانها على محورها وهو ايضاً شككي عليه امام المحكام لاجل الكفر بسبب مضادة هذا الراي الاراء الشائعة

الثاني المصري واختلف عن البطليموسي بان جعل عطارد والزهرة قمرين للشمس يدوران حولها

ونفي الراي البطليموسي غالباً مدة اقران كثيرة الى القرن الخامس عشر من التاريخ المسيحي لما قام كوبرنيكوس وعلم بثبوت الشمس ودوران السيارات حولها أولاً عطارد ثم الزهرة ثم الارض ثم المريخ ثم المشتري ثم زحل واشهر رايه في كتابه المعنون بحركات الاجرام السموية فحكم مجمع فحص كنيسة رومية عليه بالهرطقة ونهى عن اشهار كتابه وعن قراءته ولو طالت يدهم لحرقوا صاحبه واضطهدوه كما اضطهدوا الفيلسوف جليليو في شيخوخته



النظام التيجوي شكل ٤١



النظام الكوبرنيكي شكل ٤٢

الراي الرابع المستحق الذكر راي نيجوبرا في جعل الارض في المركز ثابتة ثم القمر يدور حول الارض ثم الشمس تدور حول الارض وعطارد والزهرة وسائر السيارات تدور حول الشمس اقراراً لما تم قام كبلرو واسحق نيوتون وبيننا صحة الراي الكوبرنيكي فاندثرت بقية الاراء كلها

الفصل الاول

في الشمس والنور البرجي

(١٢٢) ان العين المجردة لا تستطيع النظر الى الشمس من شدة نورها. ولو نظرت اليها بنظارة لأتلفت بالحال من زيادة النور والحرارة فيستعان ببلورات ملونة تكسر حدة النور او بقطعة عينية تدخل في النظارة ترسل بعض نور الشمس الى العين فقط ويمكن النظر اليها بالعين المجردة احياناً اذا حجبها ضباب او سحابة بعض الاحجاب وايضاً صباحاً ومساءً وهي بقرب الافق فنراها

أكبر جدًا ما نظهر في نيتون ابعاد السيارات عنها وقطرها الظاهر من عطارد ٨٢' ٤٩" ومن نيتون
 ٤' ١" وحرارة الشمس ونورها في عطارد ٦٧ ٦' وفي نيتون ٠.٠٠١ على افتراضهما في الارض واحدًا
 اية في عطارد ٦٦٧٠ مرة ما هما في نيتون واللاعانة على تصور هذا الامر قد رسمنا هنا قطر الشمس
 الظاهر عند كل واحد من السيارات رسمًا نسبيًا (شكل ٤٩)

(١٢٢) ان معدّل بُعد الارض عن الشمس هو المعتبر عليه قياسًا في الحسابات الفلكية اي
 يُعتبر هذا البعد واحدًا ثم يقال ان المسافة الفلانية هي كذا وكذا امثال بُعد الارض عن الشمس فينتضي
 استعمال ذلك البعد بكل تدقيق ولاجل معرفته يقتضي اولًا معرفة اختلاف الشمس الافقي الاستوائي
 وهو يستعمل من عبور الزهرة على وجه الشمس كما سيأتي بيانه. ومن عبور الزهرة الذي حدث سنة ١٧٦٩
 حسب الاختلاف الافقي الاستوائي على معدّل بُعد الشمس ٥٧٧٦' ٨" فاجل استعمال بُعد الشمس لنا هذه النسبة (شكل ٥٠)



شكل ٥٠

(٢٩)

$$\begin{aligned} & \text{جيب ب ش ت} : \frac{1}{f} \text{ ق} :: \text{ب ت} : \text{ب س} \\ & \text{اي جيب } ٥٧٧٦' ٨" : \frac{1}{f} \text{ ق} :: ٢٩٥٦' ١٧٦ : \text{ب س} \\ & \frac{1}{f} \text{ ق} = ١٠٠٠٠٠٠ \\ & \text{نسب } ٢٩٥٦' ١٧٦ = ٥٩٧٢٧٥٤ \\ & \frac{١٢' ٥٩٧٢٧٥٤}{٥' ٦١٨٢١٠٦} \text{ جيب } ٥٧٧٦' ٨" \end{aligned}$$

$$٧' ٩٧٩٠٦٤٨ = ٩٥٢٩٤٠٠٠ \text{ ميل}$$

$$٤' ٢٨١٧٨٩٤ \text{ اوجيب } ٥٧٧٦' ٨" \text{ متجه الحسابي}$$

$$\frac{1}{f} \text{ ق} = \text{ب } ٩٠$$

$$\frac{1}{f} \text{ ق} \text{ الارض } ١$$

$$\text{ش ب} = ٤' ٢٨١٧٨٩٤ = ٢٤٠٨٧' ٢$$

$$\begin{aligned} & \text{= امثال نصف قطر الارض في بُعد الشمس } ٢٤٠٨٧' ٢ \times ٢٩٥٦' ١٧٦ = ٩٥٢٩٤٠٠٠ \\ & \text{كما تقدم} \end{aligned}$$

(١٢٤) وفي سنة ١٨٥٧ اشار سير جورج أيربي رئيس مرصد كرينويج باستعلام اختلاف الشمس الافقي من تحريف المَرِيج عن موضعه في صعود مستقيم عند رصد وهو بعيد عن الهاجرة شرقاً وغرباً وذلك من مرصد واحد والسيار في الاستقبال وعلى اقل بعد عن الارض كما كان في الاستقبال سنة ١٨٦٠ و ١٨٦٢ وكما يكون ١٨٧٧ فرصد بكل تدقيق من مرصد فكتوريا في ويلس الجديدة الجنوبية ومن تلك الرصد حسب الاختلاف الافقي الاستوائي ١٩٢٢" وقبل ذلك في سنة ١٨٦١ قرر لافريير الفرانساوي ان اضطرابات حركات الارض والزهرة والمَرِيج لا يعلل عنها الا باخذ الاختلاف الشمسي اعظم من قيمته المحسوبة من عبور الزهرة سنة ١٧٦٩ اي ٥٧٧٦" وعلى ما ظهر له حسب ١٩٥" ومن رصد المَرِيج في بُلْتكوفا ورأس الرجاء الصالح حسب ١٩٦٤" وقبل ذلك في سنة ١٨٥٤ بينما كان هانسن من كوئا يصطع زيجات للقمركاتب رئيس مرصد كرينويج قائلاً ان اختلاف الشمس الافقي المعتمد عليه اقل من الحقيقة وفي سنة ١٨٦٣ حسب ١١٥٩"

٨٥٧٨	القيمة القديمة المحسوبة من عبور الزهرة
٨٩١٦	قيمة هانسن من معادلة اختلاف القمر
٨٩٦٤	" ونكي من رصد المَرِيج
٨٩٣٠	" ستون " " "
٨٩٥٠	" لافريير من اضطراب المَرِيج والزهرة والقمر
٨٩٤	المعدل

وهذا الاصلاح القليل في زاوية الاختلاف الشمسي اية ٢٦٠" من القوس يجعل معدل بعد الشمس ٩١٤٣٠٠٠٠ ميل . ومقدار الاصلاح نحو غلط شعرة انسان على بعد ١٢٥ قدماً عن الناظر فيظهر من ذلك دقة هذه الحسابات . وسوف نتحقق هذه القيمة او نُصلح من رصد عبور الزهرة في كانون ١٨٧٤ سنة

(١٢٥) ويعين على ادراك بعد الشمس الشاسع اعتبارنا حركة النور وهي ١٩٢٠٠٠ ميل كل ثانية فينتضي للنور ٨ دقائق و ١٧ ثانية لكي يصل من الشمس الى الارض . اما الصوت فيسير ١١٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠ قدمًا كل ثانية فلو امتد الهواء الكروي الى الشمس حتى يكون قطع صوت تلك المسافة ممكنًا لاقتضى لذلك ١٤ سنة وشهران و طائر يطير كل ساعة ٣٠ ميلاً ينتهي الى الشمس بعد ٢٤٧ سنة (١٢٦) لاجل استعمال قطر الشمس الحقيقي بقياس قطرها الظاهر واذ عُرِف بعدها فاستعمال قطرها سهل . اما معدل قطرها الظاهر فهو ٢٢' ٤" نصفه ١٦' ٧" = ١" اس

(شكل ٥١) فلنا هذه النسبة

(٤٠)

$$\frac{1}{f} : \text{جيب } \alpha : \sin \alpha :: \sin \alpha : \sin \alpha$$

$$\frac{1}{f} : \text{جيب } 16' 17'' :: \frac{1}{f} : \text{جيب } 16' 17''$$

$$\left. \begin{array}{l} 20294000 \\ 21430000 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 444300 = \sin \alpha \\ 426390 = \sin \alpha \end{array}$$

فعلى البعد الأول يكون قطرها ١٨٨٦٠٠ ميلاً
وعلى " الثاني " ١٥٢٥٨٠ ميلاً

ولا نستطيع عند قطبيها فنقطتها القطبي بعدل قطرها الاستوائي على ما علم إلى الآن



شكل ٥١

إذا انقسم انقطر الظاهر لجرم سماوي على مضاعف اختلافه الأفقي يكون الخارج نسبة $\frac{1}{f}$ قطر إلى $\frac{1}{f}$ قطر الأرض لان مضاعف اختلافه الأفقي إنما هو قطر الأرض كما يترايا لناظر في ذلك الجرم وعلى ابعاد متساوية تكون المقادير الظاهرة مناسبة للمقادير الحقيقية

(١٢٧) قيمة α على معدل بعد الشمس = ٤٤٨ ميلاً فقد يكون قطرها القطبي اقصر من الاستوائي ولا يشعر بذلك بالوسائط المعروفة الآن لقياس الزوايا

(١٢٨) إذا اعتمدنا على الكمية الثانية دلالة على قطر الشمس يكون قطرها ١٠٨ أمثال قطر الأرض أي إذا وضعت ١٠٨ أرض مثل أرضنا مجانباً تمتد من جانب الشمس إلى الجانب الآخر وإذا اعتمدنا على القيمة الأولى لقطر الشمس يكون ١١٢ مثل قطر الأرض

الكرات تتغير ككعوب اقطارها فنسبة جرم الشمس إلى جرم الأرض

$$1 : 108 = 1 : 1259700 \text{ تقريباً}$$

$$\text{أو } 1 : 112 = 1 : 1400000 \text{ تقريباً}$$

وقد حسب جرم الشمس ٦٠٠ مرة مجتمع اجرام كل السيارات وإقارها معاً فلو وضعت الشمس بحيث يكون مركزها في موضع مركز الأرض لامتد محيطها ٢٦ مثل قطر الأرض ابعاد من القمر كما ينضج من شكل ٥٢

(١٢٩) لاجل استعمال محيط الشمس اضرب النظر ٢٠١٤١٥٩ × ١٥٢٥٨٠



شكل ٥٢

$$\text{نسب } ٨٥٢٥٨٠ = ٩٣٠٧٣٥١$$

$$٣١٤١٥٩ = ٤٩٧١٤٩٩$$

$$\text{ميل } ٢٦٧٨٥٠٠ = ٤٢٧٨٨٥٠$$

واذا حسبنا قطرها ٨٨٨٦٠٠ ميل

يكون محيطها ٢٧٨٥٤٠٠

اما مساحتها بالنسبة الى مساحة

الارض فلكون مساحة الكرات بالنسبة الى

مربعات اقطارها

$$\text{لنا } ١٠٨ : ١ :: ١١٦٦٤ : ١$$

$$\text{او } ١١٢ : ١ :: ١٢٥٤٤ : ١$$

(١٢٠) قد تقدم ان جرم الشمس

نحو ١٢٥٩٧٠٠ مثل جرم الارض وقد ظهر

بواسطة سياني ببيانها ان مادة الشمس الطف من مادة الارض وان نسبة مادتها الى مادة الارض

كنسبة ٢١٤٧٦٠ : ١ فتكون نسبة كثافة الشمس الى كثافة الارض :: ٢١٤٧٦٠ : ١٢٥٩٧٠٠

اي ١ : ٤ فاذا كان ثقل الارض النوعي اي ثقلها بالنسبة الى الماء ٦٧٠٠٠ كما حسبنا بيئي (ع ١٢)

يكون ثقل الشمس النوعي ١٤٣

(١٢١) اما كيفية استعمال مادة الشمس فقد تبرهن ان الجاذبية تتغير كمقدار المادة وبالقلب

كمربع البعد اي

$$ج \propto \frac{٢}{ب} \text{ وتبرهن ايضا ان الجاذبية تتغير كالبعد وبالقلب كمربع المنة (ع ١٤) اي}$$

$$ج \propto \frac{ب}{ر} \text{ فبالساواة لنا}$$

$$\frac{٢}{ب} = \frac{ب}{ر} :: م \propto \frac{ب}{ر} \text{ اي اذا دار جرم حول آخر فادة الجرم المركزي تتغير ككعب}$$

البعد وبالقلب كمربع وقت دوران الجرم الدائر حوله . فلكي تقابل مادة الارض التي يدور حولها

القمر بمادة الشمس التي تدور حولها الارض لنا

$$(٤١) \quad \frac{\text{بعد القمر}}{\text{بعد الشمس}} = \frac{٢٣٨٦٥٠}{٢٥١٣٤٠٠} :: ١ : ٢٥٤٤٠٠ \text{ تقريباً}$$

$$\frac{\text{مئة القمر}}{\text{مئة الشمس}} = \frac{٢٣٨٦٥٠}{٢٥١٣٤٠٠} :: ١ : ٢٥٤٤٠٠$$

ونسبة ٢٥٤٠٠٠ : ١٤٠٠ : ١ :: ٤ : ١ تقريباً كما تقدم

(١٢٢) اما قوة الجاذبية على سطح الشمس فتستعمل ما تقدم من جهة نسبة مادة الشمس الى

مادة الارض . لانه قد تبين ان ج $\propto \frac{1}{r^2}$

فلنفرض و = الوزن على سطح الارض و و = الوزن على سطح الشمس فلنا

$$(٤٢) \quad \text{و} :: \frac{٢٥٤٠٠٠}{٢٨} :: ١ : ٢٨$$

اي وزن جسم على سطح الشمس ٢٨ مرة وزنه على سطح الارض فان سقط جسم على سطح الارض $\frac{1}{17}$ قدماً في الثانية الاولى فعلى سطح الشمس يسقط $\frac{1}{17} \times 28 = 28 \times \frac{1}{17} = 1.647$ قدماً في الثانية الاولى من سقوطه

(١٢٣) الشمس بالنسبة الى الارض والسيارات ثابتة فاذا قلنا الشمس اشرقت او غابت او الشمس تحرك من برج الى برج كل شهر فالمعنى الحركة الظاهرة وهي حاصلة من حركة الارض لا حركة الشمس وهي بالنسبة الى الثوابت واحدة منها وموقعها في المجرة

الشمس كرة تحيطها مادة نيرة ترسل بالاشعاع نورها وحرارتها الى ابعد من السيارات نبتون اية اكثر من ٢٧٠٠ الف الف ميل وقد حسب ان الارض تنال ... من حرارة الشمس وكل تأثيرها في الارض هو من هذا القسم الجزئي من حرارتها ونورها فكلها يفوق الادراك وعلى حساب بعضهم حصة الارض السنوية تكفي لتدوير صفيحة جليد كاسية كل سطح الارض عمقها ٥٠ ذراعاً وعلى حساب بعضهم نورها يضاهي نور ٥٥٦٣ شمعة من السيارات على بعد قدم واحد اما نور القمر فحسب انه يضاهي نور شمعة على بعد ١٢ قدماً فيزيد نور الشمس على نور القمر ٨٠١٠٧٢ مرة وحسب بعضهم ٦١٨٠٠٠ مرة

(١٢٤) ينبغي الاحتراس من النظر الى الشمس بالعين المجردة لئلا تؤذي بشدة النور والحرارة ولو نظرت الى الشمس بنظارة بليون واسطة لتوقية العين لانتقلت بالحال ويمكن تأكيد سطح الشمس بسهولة اذا ألقيت صورتها على قرطاس بواسطة نظارة بعد وضع حاجب بين طرفيها لمنع طلة على

القرطاس فعند النظر الى سطح الشمس بهذه الواسطة او راساً بواسطة قطعة عينية مناسبة تلاحظ اربعة اشياء (١) الكلف (٢) المشاعيل (٣) التبييع (٤) الكرن الغازية المحيطة

(١) الكلف هي على هيئات مختلفة غير ثابتة موضعاً وشكلاً ولما بخلو وجه الشمس منها تارة تكثر واخرى نقل متفرقة على وجهها كما في الصورة الاولى (شكل ٥ و ٦) وفي رصد شواي من دسّاو مدة ٢٠ سنة في بعض السنين لم تخل الشمس من كلف يوماً واحداً وفي بعض السنين خلت يوماً واحداً وفي البعض خلت ١٩٢ يوماً

(١٢٥) ان لم تكن الكلفة صغيرة جداً يرى لها قسمان النواة السوداء والظل حول النواة (انظر الصورة الاولى) اما النواة السوداء فربما تكون سوداء بالنسبة الى شدة النور حولها كما يتضح من الفاء نور الشمس على قسم من قرطاس ابيض فان القرطاس في القسم غير المصاب بنور الشمس يبان اسود بالنسبة الى شدة بياض القسم المنور. وتارة يشتد سواد النواة وتارة يضعف اما الظل فمساحته الى مساحة النواة كنسبة ٧ الى ٢ تقريباً وهو افخ لوناً وعند حافته حول النواة تتواتر تطف على النواة تشبه ورق الصنفاف هيئة وتارة تمتد قنطرة فاكثر من ورقات الصنفاف من جانب الكلفة الى الجانب المقابل فتفصل الكلفة الواحدة الى قسمين او الى عدة اقسام (انظر صورة ٢) فكان الكلفة حدثت من تفرقع شديد على سطح الشمس دفع مادة الكرن النيرة الى كل الجهات فظهرت هوة عظيمة عميقة ثم اخذت تلك المادة بالرجوع الى موازنتها فامتد منها قطع والسنة من الجانبيين حتى التفت. وهذه الفناطرتدل على ان الكلفة قد اخذت بالانحما والزوال من ذلك الموضع

(١٢٦) قد تبلغ الكلفة مساحة عظيمة جداً. ذكرت كلف قطرها ١٤٠٠٠٠ ميل وذكر هرشل الثاني كلفة مساحتها ٢٧٨٠٠٠٠٠٠ ميل مربع واذا اجتمعت عدة كلف بعضها بقرب بعض فقد تمتد على ربع قطر قرص الشمس واذا زادت الكلفة عن ٥٠ " فطراً ترى بالنظر المجرد من وراء ضباب او زجاج ملون (الصورة الثانية شكل ١ كلفة رآها نسبت ٢٩ تموز سنة ١٨٦٩ وشكل ٢ كلفة رآها سكي ٢٠ ك ٢ سنة ١٨٦٥)

(١٢٧) ان هذه الكلف لا ترى بقرب قطبي الشمس وهي قليلة عند خطها الاستوائي واكثر حدوثها في منطقة حدها الى الشمال من خطها الاستوائي ٢٠ او ٣٠ وكذا الى جنوبيه وذكر لامير الفرانسوي كلفة في عرض شمسي شمالي ٧٠ ولهذه خطاء في الحساب وحدوثها الى شمال خط الاستواء اكثر من حدوثها في جنوبيه غير انه قد لاحظ بعضهم ان كلفة في النصف الشمالي غالباً يعينها كلفة في النصف الجنوبي مثل الشمالية عرضاً. وعندما ياخذ مجموع كلف في الزوال فذلك

الصورة الاولى



1



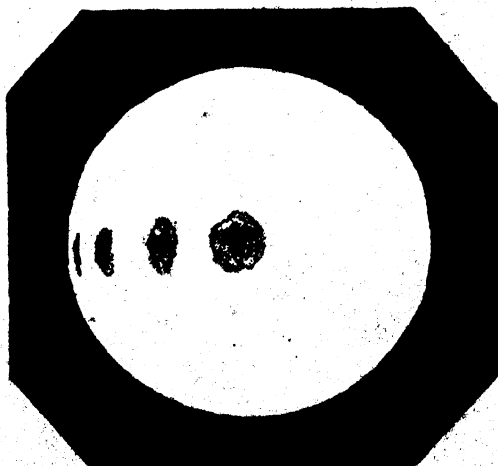
2



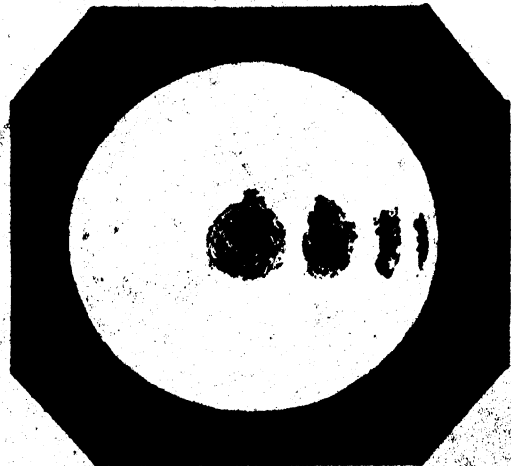
3



4

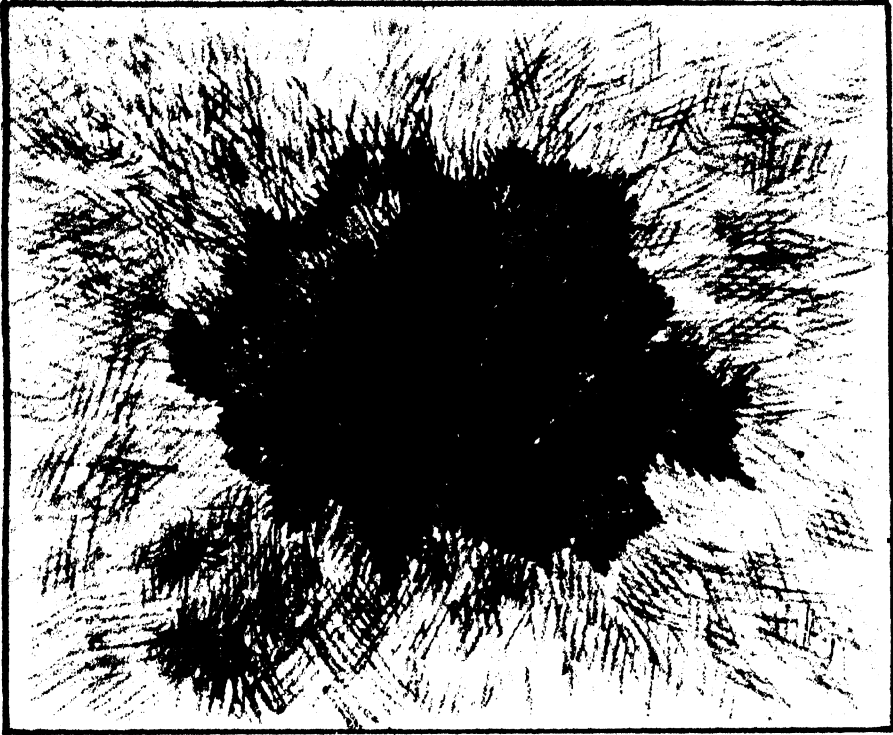


5

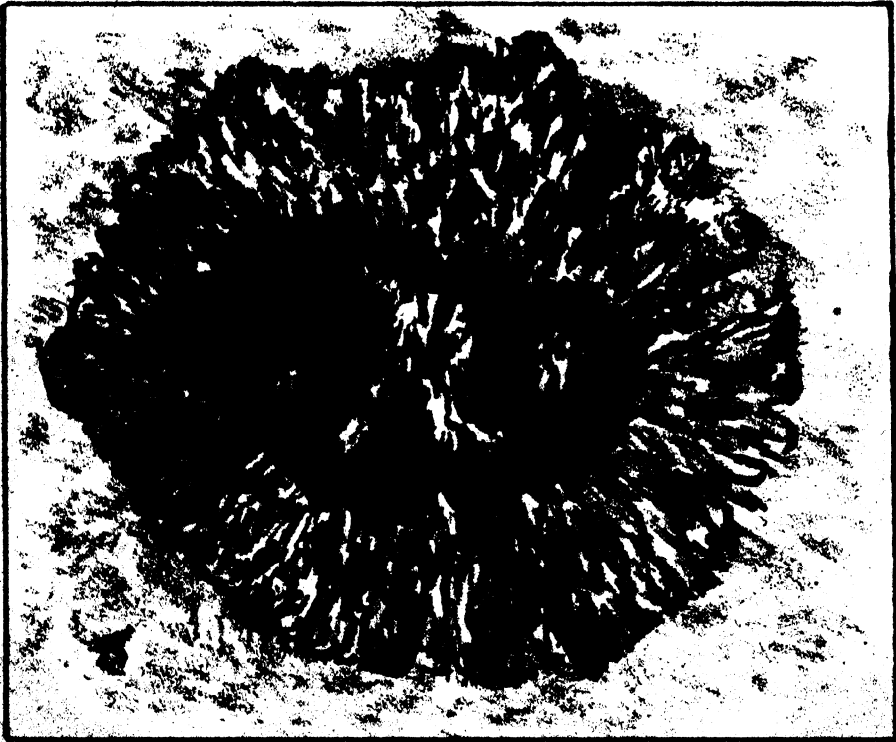


6

الصورة الثانية



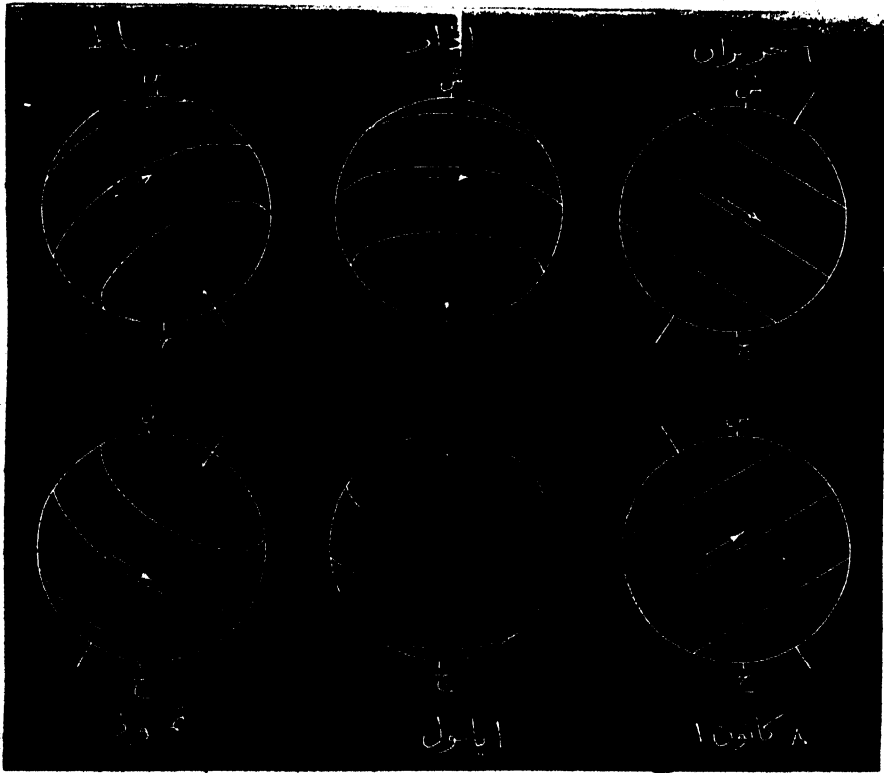
١



٢

يبتدئ من جهة الغرب غالباً فنزول الغربية منها أولاً وربما تولدت كلف جديدة نحو الشرق .
ذكر هرشل الأول ملاحظة مجموع كلف بينما حوّل نظره عن النظارة لحظة ورأى بيالاً كلفاً نزول
وهو ينظر إليها ورأى كرون كلفاً تتكوّن في نحو دقيقة واحدة

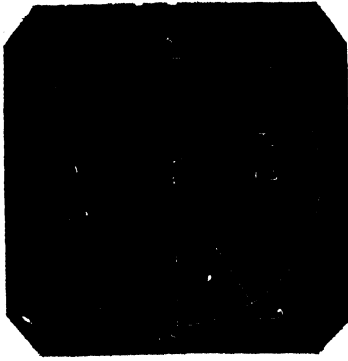
(١٢٨) ان ميل محور الشمس على سطح دائرة البروج $= 82^{\circ} 41'$ حسب البعض و $82^{\circ} 9'$
حسب البعض وطول العقدة الصاعدة في سنة $1850 = 73^{\circ} 40'$ فتوجيه قطب الشمس الشمالي هو
نحو π الثنين وفي اذار يتوجه البنا قطبها الجنوبي أكثر وفي ايلول قطبها الشمالي والارض في خط
العقدتين ٦ حزيران و ٨ كانون الأول ولهذا السبب نرى الكلف تقطع وجه الشمس نارة على خطوط
مخفية واخرى على خطوط مستقيمة كما في شكل ٥٣



شكل ٥٣

(١٢٩) الكلف تظهر أولاً على جانب الشمس الشرقي وتخفي عن جانبها الغربي وبسبب
كروية الشمس نبان مطاولة عند أول ظهورها صغيرة وكلما قربت الى وسط قرص الشمس اتسع
عرضاً كما يتضح من الصورة الاولى (شكل ٥٦) وكذا عند زوالها عن جانبها الغربي فتتضح من ذلك
كروية الشمس وايضاً كون نواة الكلف هوات عميقة في الكوة النيرة حاصلة من اندفاع مواد تلك
الكوة الى كل الجهات برياح نيرة اوزوايع دوارة او تفرقع مواد مشتعلة
(١٤٠) اذا دامت الكلفة الواحدة على هيئة واحدة حتى تُرصد من جانب الى جانب

بِالْحِظَانِ مَدَّةَ مَرُورِهَا عَلَى قُرْصِ الشَّمْسِ مِنْ ظُهُورِهَا إِلَى اخْتِفَائِهَا فِي ١٢ يَوْمًا وَمِنْ ظُهُورِهَا أَوَّلًا إِلَى ظُهُورِهَا ثَانِيَةً عَلَى حَافَةِ الشَّمْسِ الشَّرْقِيَّةِ ٢٧ ¼ يَوْمًا وَلَوْ كَانَتِ الْأَرْضُ ثَابِتَةً لَكَانَتْ تِلْكَ الْمُدَّةُ فِي مَدَّةِ دَوْرَانِ الشَّمْسِ عَلَى مَحْوَرِهَا وَبِسَبَبِ تَقَدُّمِ الْأَرْضِ فِي فَلَكِهَا مِنَ الْغَرْبِ إِلَى الشَّرْقِ أَيَّ إِلَى نَفْسِ جِهَةِ دَوْرَانِ الشَّمْسِ عَلَى مَحْوَرِهَا يَتَنَظِّي لِلْكَفَّةِ أَنْ تَدُورَ أَكْثَرَ مِنْ دَوْرَةٍ كَامِلَةٍ مِنْ ظُهُورِهَا إِلَى ظُهُورِهَا كَمَا يَتَضَعُ مِنْ شَكْلِ ٥٤



شكل ٥٤

لِنَفَرِضِ الْأَرْضَ عِنْدَ ي (شَكْل ٥٤) وَظُهُورَ كَفَّةٍ عِنْدَ أ فَمَرَّ عَلَى ب د ح وَعِنْدَ رَجُوعِهَا إِلَى أَنْ تَكُونَ الْأَرْضُ قَدْ تَقَدَّمتْ إِلَى ف فَيَتَنَظِّي لِلْكَفَّةِ أَنْ تَصِلَ إِلَى ب قَبْلَ أَنْ تُرَى مِنَ الْأَرْضِ وَبِمَا أَنَّ س ي عمودي على أ د و ف س عمودي على ب ح فَاَلْفَوْسَانُ مُتَنَاسِبَتَانِ أَيَّ نِسْبَةً

(٤٢)

ي غ ي + ي ف : ي غ ي :: ١ د ١ + ا ب : ا د ١

أَيَّ نِسْبَةٍ سَنَةٍ وَاحِدَةٍ + ٢٧ ¼ يَوْمًا : سَنَةٍ وَاحِدَةٍ :: ٢٧ ¼ يَوْمًا : ٢٥ يَوْمًا ٨ سَاعَاتٍ وَهِيَ مَدَّةُ

دَوْرَانِ الشَّمْسِ عَلَى مَحْوَرِهَا

حَسَبِ رَصُودِ لَاجِبِير	٢٥	٨	١٠
" " بِيَانِكِنِي	٢٥	٧	٤٨
" " صُيُورًا	٢٥	٥	٢٧

قَبْلَ أَنْ يَكُونَ تِلْكَ فِي الْقِسْمِ مِنَ الشَّمْسِ الْمُتَّجِّهِ نَحْوَ الزَّمَرَةِ وَعِطَارِدِ

أَدْوَارُ مَعْظَمِ الْكَفِّ وَمَصْغَرُهَا

(١٤١) قَدْ تَقَرَّرَ مِنْ رَصُودٍ كَثِيرَةٍ فِي مَدَاتٍ طَوِيلَةٍ أَنَّ لِلْكَفِّ أَدْوَارَ زِيَادَةٍ وَنَقْصَانٍ فَمِنْ مَعْظَمِهَا إِلَى مَعْظَمِهَا ١١٢ تَقْرِيبًا مِنْهَا ٢٠٥ تَزِيدُ حَتَّى تَبْلُغَ مَعْظَمُهَا ثُمَّ تَنْقُصُ ٢٠٥ حَتَّى تَبْلُغَ مَصْغَرُهَا وَبَيْنَ الرَّاصِدِينَ اخْتِلَافٌ جَزْئِيٌّ فِي مَدَّةِ هَذَا الدَّوْرِ

حَسَبِ الْبَعْضِ مَدَّةُ الزِّيَادَةِ ٢٠٦ سَنَةٍ	مَدَّةُ النِّقْصَانِ ٢٧٧
" " ٤١٢	" " ٨٤٤
" " ٢٢٧	" " ٧٤٢
المَعْدُلُ ٢٠٥	٧٥٥

كانت على معظمها سنة ١٨٧٠^{٦٤}

اضف مدة النقصان ٧^{٥٥}

تكون على مصغرها ١٨٧٨^{١٩}

اضف مدة الزيادة ٢^{٥٣}

تكون على معظمها ١٨٨١^{٧١}

(١٤٢) وهذه الكلف تعلق بالظواهر الكهربية الحادثة على الارض والتغيرات والاضطرابات المحاصلة في الابنة المغنطيسية لان معظم انحرافها يوافق معظم الكلف ومصغرا انحرافها يوافق مصغر الكلف وفي الاقاليم الاستوائية معظم المطر يوافق معظم الكلف والعكس بالعكس

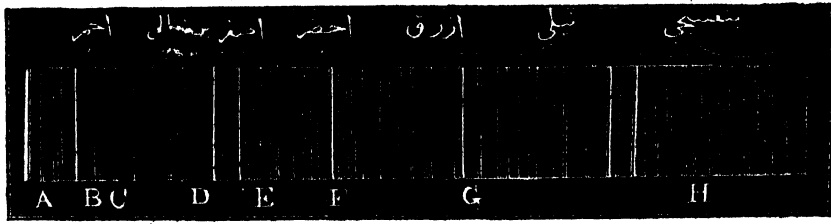
(١٤٣) (٢) المشاعيل . هي قطع بيض طويلة غير منتظمة اشد بياضا من كل ما حولها ولا تُرَى الا بقرب حافة الشمس وغالبا تظهر في مواضع عديدة ان تظهر فيها كلف . وعلة عدم ظهورها في اواسط قرص الشمس هي انها السنة لهُب صاعدة الى العلا فلا تُرَى اذا نُظِر اليها عموديا بل اذا نُظِر اليها بالورب حتى يقطع النظر رؤوسها معرضة كما ان الناظر الى البحر الهائج وهو فوقه عموديا لا يرى ارتفاع الامواج وانخفاضها بل يترى الى سطح البحر على استواء واحد واما الناظر الواقف على شاطئ البحر يرى علو الامواج ورؤوسها البيض وقد شوهدت على حافة الشمس تماثلا فكانت مرتفعة عن دائرة قرصها وهذه اللمبة تُرَى ايضا على حافة الشمس عند الكسوف وتُرى بواسطة حجب قرص الشمس بفحاسة مستديرة في النظارة وقد نعلوا الى علو عظيم ونارة ينفصل اللمبة عن الشمس ونارة يحرف راسه مثل لمبة شمعة اذا هبت عليه ريح وظهر من بعض رصود علماء ايطاليا انهم منذ عهد قريب انها حادثة من اشتعال كميات جزيلة من المغنيسيوم في تلك الجهات

(١٤٤) (٢) السطح المبتقع . علة هذا التبقيع هو ما تقدم من النظر عموديا الى رؤوس اللمبة المذكورة سابقا واشتراكها بعضها مع بعض حتى تشبه ورق الصنصاف حسبا تقدم في الكلام عن الكلف

(٤) الكرة الغازية المحيطة . اذا نظرنا الى لمبة قنديل نرى له ثلاثة اقسام القسم الاوسط مظلم حيث لا يصل او كسجين الى المادة المشتعلة فلا يشتعل . الثاني الاصفر المنير حيث تشعل المواد المحولة الى غاز . الثالث قسم نوره ضعيف وهو هيدروجين مشتعل (انظر كتابي في اصول الكيمياء صهيبة ١٥٤) وفي هذه الكرة المحيطة تظهر اللمبة الحمراء المشار اليها والنور المحيط بالشمس المسمى الاكليل كما سيأتي عند الكلام بالكسوف فلما في الشمس النواة السوداء والكرة النيرة المسماة الفونوسفير والكرة الغازية المسماة الكروموسفير

(١٤٥) القدماء اعتقدوا بصفاء الشمس . كان في انكلستادت راهب يسوعي اسمه شينر فاخبر رئيسه ذات يوم بأنه ناظر كلفة على سطح الشمس فاجابه الرئيس اني قد قرأت مصنفات ارسططليس من اولها الى آخرها وهو لم يذكر شيئاً مما تقولاه . اذهب يا ابني ورتب فكرك وتأكد ان ما تحسبه كلفاً على الشمس انما هي كلف الزجاجات او كلف في عينيك . فالتزم شينر ان يخفي فكره ولما اشهر اسمه تحت اسم آخر خوفاً من اضطهاد كنيسة رومية المعصومة من الغلط التي اضطهدت الى قرب الموت الفيلسوف غليليو لاعنفاده بدوران الارض وثبوت الشمس اي المذهب الكوپرنيكي

(١٤٦) قد ظهر بواسطة السبكتروسكوب ان في الشمس مواد كثيرة من المواد الموجودة في ارضنا وهي هناك في حالة الاشتعال والبخار فاذا نظرت الى الشمس بواسطة سبكتروسكوب بسيط ترى عدة خطوط سود نقطع العمود الطيفي معارضة تعرف بخطوط فراونهوفر نسبة الى فراونهوفر من مونيخ في بافاريا الذي رصد بتدقيق نحو ٦٠ خط وعين مواقع البعض منها وسمى اوضاعها باسماء الاحرف الالهية الرومانية كما في شكل ٥٥ فالاحرف C B A الخ دالة على الخطوط و C B A



شكل ٥٥

واقعة في الاحمر و D في الاصفر و E في الاخضر و F و G في الازرق و H في البنفسجي وبقياس كيركوف تبين مواقع هذه الخطوط بالتدقيق ومواقع آخر بالنسبة اليها لانه بواسطة سبكتروسكوب ذي عدة مناشير بطول العمود الطيفي وتري خطوط أخرى كثيرة غير المرسومة في شكل ٥٥ لاسيما اذا تركب السبكتروسكوب مع النظارة فتشعل مواد ارضية مختلفة بحيث يدخل نورها في السبكتروسكوب على التعاقب وتقابل الخطوط الحادثة من اشتعالها بالخطوط في العمود الطيفي لتعرف موافقتها او عدم موافقتها ومن موافقة الخط D خط الصود يوم المشتعل قد تأكد اشتعال كميات كثيرة من الصود يوم في الشمس اما اللهب المشار اليها سابقاً فهي في الغالب هيدروجين مشتعل وقد شوهدت نافرة من جوانب الشمس على طول ٢٠٠٠٠ ميل وبعض الخطوط الموجودة في العمود الطيفي لاتوافق خطوط مادة معروفة فالظاهرة موجودة في الشمس مواد غير موجودة في ارضنا وهذا القول يصلح ايضاً في النجوم الثابت التي تفحص كثير منها بالسبكتروسكوب كما سماني ذكره . اما المواد الارضية التي نحقق وجودها في الشمس فهي

هيدروجين	باريوم	مغنيسيوم	الومينيوم	ثانيوم	حديد
صوديوم	كوبلت	كلسيوم	منغنيس	نحاس	نكل
كروم	زنك				

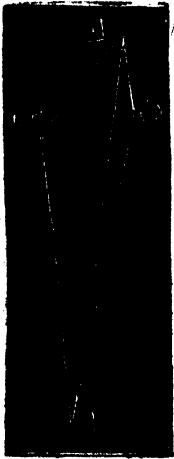
اما اكيجين ونيتروجين وكربون فلم ينفق وجودها في الشمس الى الآن (١٤٧) قد تحققت من مراقبات طويلة ان بين ظهور الكلف في الشمس واختلافات المادة المغنطيسية في الارض والشفق الشمالي تعلقاً قريباً لانه عند ظهور كلفة كيين تضطرب الابرة المغنطيسية اضطراباً زائداً ولا يبعد عن العقل ان التغيرات المحادثة في ذلك الجرم العظيم النير المركزي الماد فعلة الى اقصى السيارات تؤثر في الامور الطبيعية الارضية كثيراً حتى في احوال الاجسام البشرية ايضاً والى ذلك اشار الفيلسوف افلينوس بقوله

Coeli tristitiam discutit sol, et humani nubila animi serenat

اي الشمس تطرد الحزن من وجه السماء وتجلي الغيوم عن الروح الانسانية

استعلام مدة دوران الشمس على محورها

(١٤٨) لاستعلام مدة دوران الشمس على محورها ووضع محورها بالنسبة الى دائرة البروج يقتضي ان يُستعلم الطول الشمسي والعرض الشمسي للكلفة الواحدة في اوقات مختلفة ولذلك لنفرض (شكل ٥٦) ش الشمس الارض ك موقع الكلفة على سطح الشمس ن ملقاهما على سطح دائرة البروج وبواسطة الساعة ونظارة العبور قس الصعود المستقيم والميل لكلفة وحولها الى مركز الارض بالاصلاح للاختلاف والانكسار الخ ثم افرض



شكل ٥٦

$$1 = \text{طول الارض الشمسي} = \text{طول الشمس} + 180^\circ$$

$$x = \text{الكلفة}$$

$$y = \text{ك ش ن} = \text{عرض الكلفة الشمسي}$$

$$\beta = \text{ك ا ن عرض الكلفة الارضي}$$

$$e = \text{ش ا ن} = \text{فضلة طول الشمس والكلفة الارضي}$$

$$\Delta = \frac{1}{2} \text{ ق الشمس الظاهر}$$

$$\text{ش ك} \times \text{جيب } y = \text{ك ن} = \text{ا ك} \times \text{جيب } \beta = \text{ش ا} \times \text{جيب } \beta$$

لان الفرق بين ش ا و ك ا لا يعتد به بالنسبة اليهما

$$\text{ثم يجيب } y = \frac{\text{ش ا}}{\text{ش ك}} \times \text{جيب } \beta = \frac{\text{جيب } \beta}{\text{جيب } \Delta}$$

وش ك X ن ج y : ا ك X ن ج β :: ش ن : ن ا

:: جيب e : (x-1)

$$\frac{\text{جيب } e \times \text{ن ج } \beta}{\text{ش ك}} = \frac{\text{جيب } e \times \text{ن ج } \beta}{\text{ن ج } y} = (x-1) \text{ جيب } \alpha$$

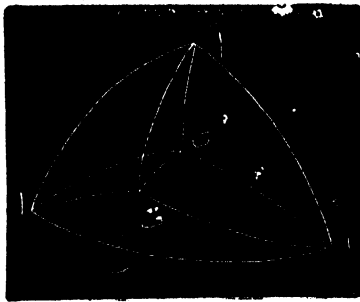
بالتعويض عن ن ج y بقيمتها

$$\frac{\text{جيب } e \times \text{ن ج } \beta}{\beta^2 - \Delta^2} = (x-1) \text{ جيب } \alpha$$

او للحساب بواسطة الانساب

$$(40) \quad \frac{\text{جيب } e \times \text{ن ج } \beta}{\text{ن ج } (\beta + \Delta) \times \text{ن ج } (\beta - \Delta)} = (x-1) \text{ جيب } \alpha$$

(١٤٩) ثم لنفرض (شكل ٥٧) ق قطب خط الاستواء الشمسي ي قطب دائرة البروج



شكل ٥٧

أأ مواقع الكلفة الواحدة في ثلاثة اوقات منسوبة الى مركز الشمس ولكن ي ا ي آ ي آ ق ا ق آ ق ا ق آ افواس دوائر عظيمة فتعرف الثلاث الأول من معادلة (٤٤) لانها متمات عرض الكلفة الشمسي وتعرف الزوايا ا ي آ ا ي آ ا ي آ من معادلة (٤٥) لانها فضلات الطول الشمسي في الاوقات المستعلم من الصعود المستقيم والميل المعروفين بالرصد فتستعلم

الزوايا والاضلاع للثلثات ا ي آ ا ي آ ا ي آ لانه مفروض في كل منها ضلعان والزاوية بينهما فتعرف الاضلاع ا آ ا آ ا آ والزوايا ا آ ا في المثلث ا آ ا وقد فرض ق = قطب خط الشمس الاستوائي الذي توازيه الكلفة في مرورها وق ا = ق آ = ق آ

$$\text{افرض } \alpha = 1 + \alpha + \alpha = \alpha + \alpha + \alpha = \alpha + \alpha + \alpha = \alpha + \alpha + \alpha$$

اي ق ا ر = ص - آ فعرفت ق ا ر

وان كان ق ر عموديا على آ ا فحينئذ ا ر = ١/٢ آ ا

ثم في المثلث القائم الزاوية ا ق ر مفروض الزاوية ا والضلع ا ر فستعلم ق ا ثم في المثلث ق ا ي مفروض ا ق و ا ي والزاوية ي ا ق = ي ا آ - ق ا آ فيستعلم ق ي (١٥٠) القوس ق ي هي متم عرض قطب الشمس منسوباً الى الشمس والزاوية ا ي ق مع طول الكلفة الشمسي عند ا = طول قطب الشمس منسوباً الى مركزها فيعرف وضع خط الشمس الاستوائي فيجسب ميل محور الشمس على سطح دائرة البروج

اي ٨٣° ٤١' حسب دي لامبر

و ٨٣° ٩' " بيترسن

وطول العقدة الصاعدة لسنة ١٨٥٠ ٧٣° ٤٠'

(١٥١) ثم في المثلث ا ق ر نعرف الزاوية ا ق ر مضاعفها ا ق آ فان كانت مئة دوران الشمس الكامل = د والمئة بين رصد الكلفة عند ا و آ = د فلنا ا ق آ : د :: ٢٦٠ : د = ٢٥٠٢٢٥ يوماً

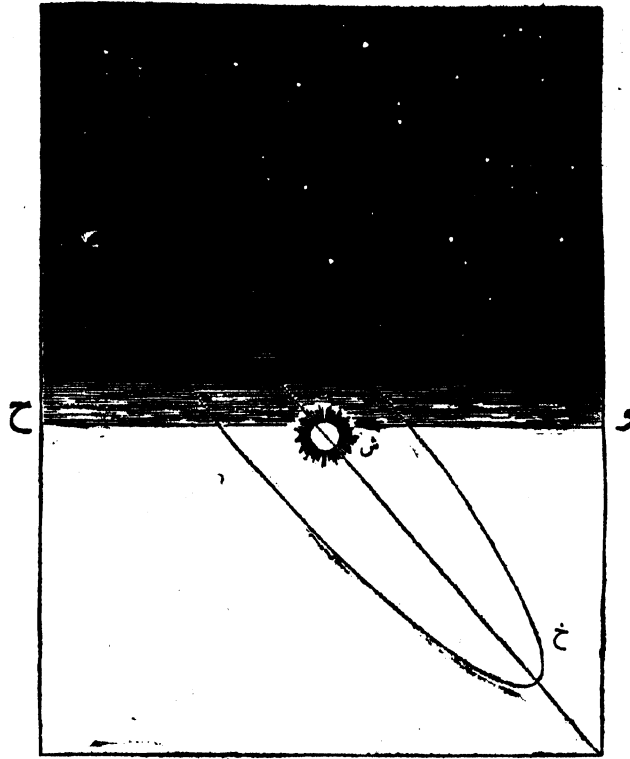
فالقوس التي ترسمها نقطة على خط الشمس الاستوائي $\frac{1}{30}$ ما ترسمها نقطة على خط الارض الاستوائي

في النور البرجي

(١٥٢) بقرب الاعتدال الربيعي متى كان الشفق قصيراً برى بعد الغروب مخروط نور ضعيف قاعدته نحو الشمس وعرضه مختلف بين ٨° و ٢٠° ورأسه ممتد نحو الهاجرة وبمختلف ارتفاعه بين ٤٠° و ٩٠° وبقرب الاعتدال الخريفي برى صباحاً قبل الشروق وفي الجهات الاستوائية هذا النور اوضح واغوى وبرى اكثر ليالي السنة اذا كان الجو صافياً والفرغائب في اول الليل او آخره وقد سمي النور البرجي لانه لا يرى خارجاً عن منطقة البروج وبرى باكثر وضوح متى كانت دائرة البروج اقرب الى العمودية على الافق وذلك في شباط مساء ونشرين الاول صباحاً وقد شوهد رأسه على بعد ١٠٥ من الشمس ولونه نحو قاعدته محمر

(١٥٣) قد عللوا عن هذا المنظر بانه حادث من سدوم شمسياً في وسط ولنا امثلة سدوم طويلة ترى بالنظارة فيها نجوم مثل بعض السدوم في صورة الاسد ص م ١٦٨° ٢٢' ميل شمالي ١٢° ٥٥' ص م ١٦٧° ٢٠' ميل شمالي ١٤° ١' فعلى افتراض ش الشمس (شكل ٥٨) وح و الافق برى بعد الغياب او قبل الشروق المخروط ب و هذا وجه من وجوه التعليل عن هذه الرؤية

المجهولة علتها. ومما كانت مادتها وسببها فقد تبرهن بالرصد ان هذا النور تارةً يمتد عن الشمس الى



شكل ٥٨

بعد ابعاد من فلك الارض واخرى يتصدر دون ذلك

الفصل الثاني

في حركة الشمس السنوية الظاهرة والفصول وهيئة فلك الارض

(١٥٤) ان حركة الشمس الظاهرة حول الارض مرة واحدة في كل سنة حاصلة من حركة الارض الحقيقية حول الشمس في تلك المدة ومع اننا لانشعر بحركة الارض نعلم بها من حركة الشمس الظاهرة فمتى كانت الارض في برج الميزان مثلاً (شكل ٥٩) تبان الشمس في الحمل ومتى تحركت الارض من الميزان الى العقرب تترابا الشمس كأنها تتحرك من الحمل الى الثور ومتى كانت الارض في الميزان نرى الميزان طالعاً عند الغياب والحمل آفلاً ومتى وصلت الارض الى الحمل نرى الحمل طالعاً عند الغياب والميزان آفلاً وهذا يربنا على ظهور النجوم احياناً في الشرق واخرى على خط

نصف النهار واخرى في الغرب عند غروب الشمس فيتراها كأن للنجوم حركة من الشرق الى الغرب وهي حاصلة من حركة الارض من الغرب الى الشرق في دورانها حول الشمس

(١٥٥) ان قولنا بحركة الارض الحقيقية من الغرب الى الشرق يراد بوان الشمس تنقل بالظاهر من برج الى الذي يليه شرقاً مع كون حركة الارض الى جهات متقابلة في اجزاء متقابلة من فلكها فالشمس نُحَرِّك بالظاهر نحو الشرق من برج الى آخر ابداً

(١٥٦) ان هيئة فلك الارض ووضعة يُعرَّفان برصد ميل الشمس وصعودها المستقيم من يوم الى يوم فان قيس ارتفاعها يوماً وهي على خط نصف النهار وأُصلح للاختلاف والانكسار ونصف القطر يُعرَّف بعدها عن سمت الراس ثم يُطَرَّح العرض من هذا البعد او يضاف اليه فيُعرَّف ميل الشمس وان فُعل ذلك كل يوم لسنة كاملة تُعرَّف حركة الشمس شمالاً وجنوباً بالنسبة الى خط الاستواء

(١٥٧) ثم ان ضُبِطَت ساعة للوقت النجمي ورصدنا وصول الشمس الى خط نصف النهار بنظارة العبور تدل الساعة على صعودها المستقيم وان فُعل ذلك لسنة كاملة يُعرَّف بعدها عن الاعتدال الربيعي لكل يوم فلنا من الامرين معينات ومنضات منها نستعلم موقع الشمس لكل يوم بالنسبة الى خط الاستواء وينتج من ذلك رسم دائرة البروج لان الميل الاعظم في ٢٣ كانون الاول = ٢٣° ٢٧' جنوباً ثم ينقص شيئاً فشيئاً الى ان يتلاشى في ٢١ اذار ثم يزداد شمالاً الى ٢٢ حزيران و يبلغ الى ما بلغ اليه جنوباً ثم ينقص شيئاً فشيئاً ويتلاشى في ٢٢ ايلول وان أوصل بين هذه النقط بدائرة تُرسم دائرة البروج ومن النظر الى جداول الميل نراه يختلف قليلاً جداً من يوم الى يوم متى كانت الشمس في اعظم ميلها لان دائرة البروج حينئذٍ توازي خط الاستواء ويختلف كثيراً من يوم الى يوم متى كانت الشمس بقرب احد الاعتدالين لان ذلك القسم من دائرة البروج مائل كثيراً على خط الاستواء ونرى ايضاً من الرصد ان الصعود المستقيم بين الاعتدالين يختلف ١٨٠ فاذا بين الاعتدالين ١٨٠ اي دائرة البروج تقطع خط الاستواء في نقطتين متقابلتين بينها ١٨٠ فيبرهن من ذلك ان دائرة البروج انما هي دائرة عظيمة اذ ليس بممكن لدائرة اخرى غير دائرة عظيمة ان تقطع خط الاستواء على هذه الكيفية

(١٥٨) ميل دائرة البروج على خط الاستواء يعدل معظم ميل الشمس جنوباً او شمالاً ويستعلم كما تقدم بقياس ارتفاعها واستعلام بعدها عن سمت الراس في يوم وصولها الى احد المدارين فيؤخذ نصف مجتمع ميل الشمس الاعظم شمالاً وجنوباً وهي على خط نصف النهار وبمقابلة رصد من زمان اراتشنس اليوناني ٢٥٠ ق م ووجد ان هذا الميل قد قل من ذلك العصر الى الآن وهو الآن يقل

٤٨ " كل مئة سنة اي $\frac{1}{3}$ كل سنة تقريباً وبالتدقيق ٤٨٠٠ " واذ كان ذلك من قبل جاذبية السيارة فينقص مدة ثم يعود يزيد وهكذا يزيد وينقص الى الابد
 ميل دائرة البروج لسنة ١٨٠٠ هو $٢٣^{\circ} ٢٧' ٥٤''$ فاذا اردت معرفة الميل لوقت آخر فافرض ت = السنين الماضية منذ سنة ١٨٠٠ و ٩ = ميل دائرة البروج لسنة ١٨٠٠ فالعبارة الدالة على ميلها لاي وقت فرض هي

$$٩ = ٢٣^{\circ} ٢٧' ٥٤'' - ٤٨٨٥٦٦ \times ت - ٥٠٠٠٠٠٠ ت^٢$$
 (٤٦)

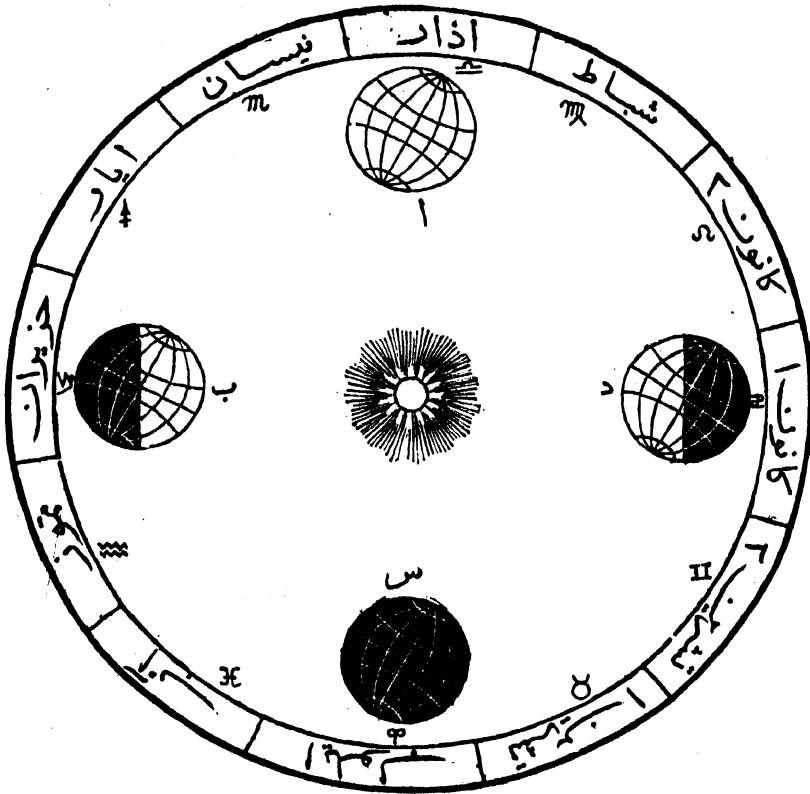
في الفصول

(١٥٩) ان تغير الفصول له علتان الاولى ميل دائرة البروج على خط الاستواء والثانية موازاة محور الارض لنفسه ابداً فلو كانت دائرة البروج توازي خط الاستواء لبقيت الشمس على خط الاستواء ابداً وكانت حركتها اليومية في دائرة متسامية للسكان على خط الاستواء وفي الافق لناظر عند احد القطبين . فلكون محور الارض منحرفاً عن العمودية على دائرة البروج $٢٣^{\circ} ٢٧'$ انحرف خط الاستواء بهذا المقدار نفسه عن موازاة دائرة البروج ولكونها دائرتين عظيمتين تقطع احدهما الاخرى في نقطتين متقابلتين فتكون الشمس على خط الاستواء مرتين كل سنة وتبعد عنه شمالاً وجنوباً $٢٣^{\circ} ٢٧'$ حسبما تقدم

(١٦٠) لو كان جرم الشمس يعدل جرم الارض لاثارت نصف الارض تماماً ولكونها اكبر من الارض تباركاً اكثر من نصفها قليلاً ويزاد مقدار الجزء المنور قليلاً بواسطة الانكسار كما علمت وبكيفية الآن ان نحسب نصفها منوراً بالشمس ابداً فتى كانت الارض في احد الاعتدالين تكون الشمس على خط الاستواء كما تقدم ويكون النصف منوراً من قطب الى قطب ومتى وصلت الارض الى المدار الشمالي يمتد القسم المنور $٢٣^{\circ} ٢٧'$ ابعد من القطب الشمالي وينتصر $٢٣^{\circ} ٢٧'$ عن الجنوبي وبالعكس متى كانت الارض في المدار الجنوبي ولم يكن كذلك لولا موازاة محور الارض لنفسه ابداً كما يتضح من الشكل (٥٩)

متى كانت الارض عند ا اي في برج الميزان تكون الشمس عند س في برج الحمل ا ب في الاعتدال الربيعي على خط الاستواء فيكون نصفها منوراً من قطب الى قطب وهكذا متى كانت الارض عند س فتكون الشمس عند ا اي في الاعتدال الخريفي ومتى كانت الارض عند ب اي في المدار الصيفي تكون الشمس في ميلها الاعظم شمالاً فيمتد الجزء المنور $٢٣^{\circ} ٢٧'$ ابعد من القطب الشمالي وينتصر $٢٣^{\circ} ٢٧'$ عن الجنوبي وبالعكس متى كانت الارض عند د اي في المدار الشتوي

(١٦١) لو كان محور الأرض عموداً على دائرة البروج لكانت الشمس على خط الاستواء ابداً كما تقدم ولم يحصل تغير الفصول أصلاً ولو وازى محور الأرض دائرة البروج لكان خط الاستواء عموداً عليها ولما لثت الشمس شمالاً إلى القطب الشمالي وجنوباً إلى الجنوبي وكان اختلاف الفصول أعظم كثيراً ما هو الآن ولم يكن ممكناً للناس ولا للبهائم ان يحتلوا ذلك لسرعة الانتقال من برد القطب إلى حر خط الاستواء



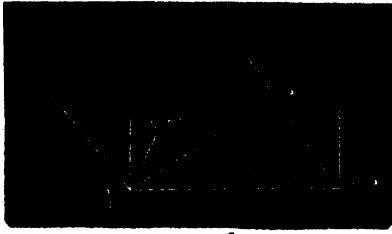
شكل ٥٩

ان الشمس ابعد عن الأرض في ايام الصيف مما هي في الشتاء وسبب زيادة الحر في الصيف هو أولاً طول النهار بالنسبة إلى الليل لان حرارة الأرض التي تكتسبها من الشمس نقل بالإشعاع دائماً ان اشرقت الشمس وان لم تشرق فان زاد الليل طولاً تزيد مدة الإشعاع على مدة الاكتساب والقلب بالقلب

ثانياً من انحراف الشعاع الواقعة حتى يتفرق عمود نور مفروض على مساحة اوسع في الشتاء من المساحة التي يتفرق عليها في الصيف

لكن ا ب (شكل ٦٠) مساحة مفروضة فان وقعت عليها الشعاع على زاوية ا ب س يكون قطر العمود الحقيقي ا س وان وقعت على زاوية ا ب د يكون قطر العمود ا د وان وقعت عمودية يكون قطر العمود ا ب. اما ا س ا د ا ب فهي كجيوب المثل وفي الصيف تقرب الشعاع إلى

المخطط العمودي وفي الشتاء تميل عنه فيتفرق العمود الواحد على مساحة اوسع



شكـل ٦٠

اذا زاد ما تنكسب الارض من الحرارة على ما تخسر

بالامتعاع بزيد الحر من يوم الى يوم ولذلك ترى اشد الحر

بعد ما ياخذ النهار ينصرف والقلب في الشتاء يشند البرد

بعد ما ياخذ النهار يطول واشد الحر كل يوم هو بعد

الظهر بنحو ساعتين او ثلاث ساعات واشد البرد بعد

نصف الليل بنحو ساعتين او ثلاث ساعات

مسئلة (١) مكان في عرض شمالي ٧٥° وآخر في عرض شمالي ٣٠° وميل الشمس ١٩° شمالي.

فما هي نسبة حرارة المكان الواحد الى حرارة الآخر

الجواب ١٧٥:١٤:١٠٠

مسئلة (٢) مكان في ٥٠° عرض شمالي وآخر في ٤٥° جنوبي وميل الشمس ١٥° ٤٥° جنوبي

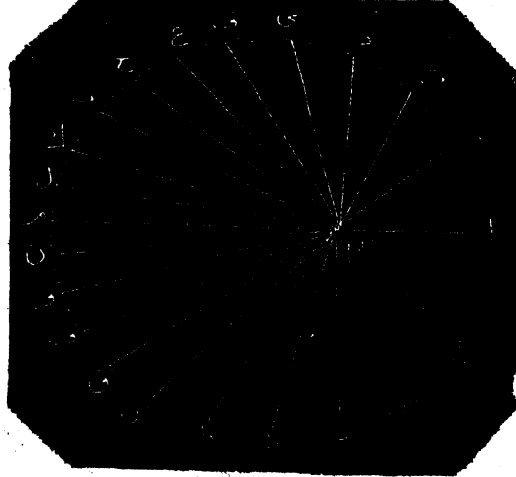
فما هي نسبة حرارة الواحد الى حرارة الآخر

الجواب ٢١٢:٢٨:١٠٠

في هيئة فلك الارض

(١٦٢) لو كان فلك الارض اي طريقها حول الشمس دائرة لكانت الشمس على بعد واحد

عنها ابداً وكان نصف القطر الظاهر على طول واحد ابداً والحال ان بعد الارض عن الشمس يختلف



شكـل ٦١

باختلاف ايام السنة فان قيس قطر الشمس الظاهر

كل يوم من ايام السنة فتوصل بذلك الى معرفة

هيئة فلك الارض في دوراتها واذا رسم شكل على

هذه الكيفية نجد له خصائص الهليلجي كما يتضح

من شكل ٦١

ليكن س الشمس وليفس قطر الشمس من

الارض وهي في ا ب ث د ي الخ ولتجعل المخطوط

س ا س ب س ث الخ مناسبة لتلك الاقيسة

اي بالقلب كاختلاف القطر ولتجعل الزوايا عند س متناسبة الى سرعة حركة الشمس فان

أوصل بين اطراف هذه المخطوط يكون الشكل الناتج هيئة فلك الارض حول الشمس فتوصل الى

معرفة هيئتها وان لم نعلم مساحتها وقد سمي كل واحد من هذه الخطوط موصلًا وسمي ايضًا نصف القطر الحامل لتميزه عن نصف قطر دائرة

(١٦٣) ان هذه الابعاد تُستعمل بواسطة اثنين الاولى رصد تغيير قطر الشمس الظاهر والثانية رصد اختلاف سرعة حركتها الظاهرة ولا يستعان في ذلك بتغيير الاختلاف الا في لقائهم بل يعتمد على التغيير في قطرها الظاهر وحسب قواعد النور قطر شعاع الظاهر بالقلب كبعده فيكون قطر الشمس في ايام عديدة دليلًا على نسبة بعدها في تلك الايام

(١٦٤) متى كان قطر الشمس على معظمو يعلم انها في بعدها الاقرب ومتى كان على اقله يعلم انها في بعدها الاعد وقطرها الاعظم = $22' 42''$ والاصغر = $22' 21''$ فنسبة الخط الموصل عند بعدها الاعد : الموصل عند البعد الاقرب : $22' 59.43'' : 22' 01.67'' :: 10286 : 10140$ ونصف فضلها يعدل بعد محترق الهليجي عن مركزه اي مباينة فلك الارض اي س ا بعد الشمس عن مركز دائرة تحيط بالهليجي وس $1 = \frac{1}{3}$ من ١١ وهذه المباينة نقل ١٨ كل مئة سنة ولا تزال نقل ادوارًا كثيرة ثم تاخذ بالزيادة ايضًا

(١٦٥) متى كانت الشمس في بعدها الاقرب تمر على قوس ٦١ في ٢٤ ساعة وفي البعد الاعد على قوس ٥٧ في ٢٤ ساعة اي بزيادة طولها بهذين المقدارين عند الموقعين كل يوم ولو كانت حركاتها الظاهرة متعلقة ببعدها فقط لكانت تلك الحركات بالقلب كالبعد اي كانت

النسبة بين الحركتين نفس النسبة بين نصف القطر في البعدين اي

$$\frac{22' 59.43''}{22' 01.67''} = \frac{71}{57} \text{ و } \frac{22' 59.43''}{22' 01.67''} = \frac{71}{57} \text{ و } 1' 0.7 = \frac{71}{57} \text{ و } 1' 0.4 = \frac{22' 59.43''}{22' 01.67''}$$

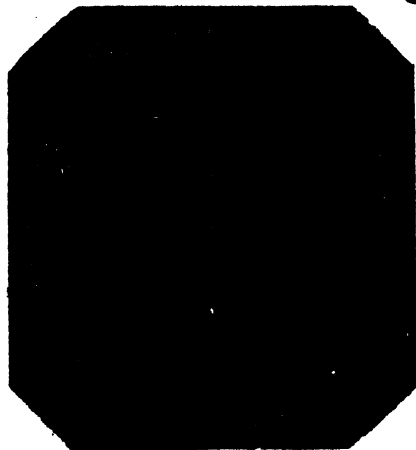
ولكن $1' 0.7 = 1' 0.4$ فاذا حركات الشمس في مواقع مختلفة من فلكها بالقلب كنسبة مربع البعد عند البعد الاقرب الى مربع البعد عند البعد الاعد اي س ظ : س ض :: الحركة اليومية عند ض : الحركة اليومية عند ظ وهذا يصح في كل جزء من فلكها فان اخذنا بالقياس صعودها المستقيم وميلها يوميًا ومن ثم استعملنا طولها نستعلم بعدها عن الارض في اماكن مختلفة من فلكها وكل ذلك مدوّن في زيجات حركة الشمس

الحرارة التي تكتسبها الارض من الشمس مثل النور تختلف بالقلب كمربع البعد اي الحرارة على البعد الاقرب : الحرارة على البعد الاعد :: $61 : 57 :: 31 : 30$ تقريبًا :: $961 : 900$:: $96 : 90 = \frac{17}{10}$ اي مقدار حرارة الشمس المتوقف على البعد في اول كانون الثاني $\frac{1}{10}$ اكثر مما هي في اول نوز وبالعكس في نصف الكرة الجنوبي وبسبب مبادرة الاعتدالين وانتقال الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب تنقلب هذه النسبة في نحو ١٠٠٠ سنة

(١٦٦) الاقواس التي تمر بها الارض في مدة وجيزة كيوم واحد مثلاً في بالقلب كربع البعد فيكون البعد بالقلب كجذور تلك الاقواس فتكون نسبة بعد الارض عن الشمس في البعد الاقرب : بعدة في البعد الابد : $576 : 616$ اي $1 : 1.064$

الشمس اقرب الى الارض في صيف نصف الكرة الجنوبي وذلك سبب زيادة حر صيف تلك الجهات عن حر صيف نصف الكرة الشمالي فناخذ ليس $\frac{1}{10}$ من فضلة حرارة الصيف والشتاء بل نبدي من الدرجة التي كانت الحرارة عليها لو لم تكن للشمس وجود وذلك بالاقرب 229 ف والحرارة في الظل في الاقاليم الاستوائية اذا كانت الشمس في سمت الراس $= 100$ والفضلة 229 وه $\frac{1}{10}$ من $229 = 22.9$ ف زيادة الحر من السبب المشار اليه في الاقاليم الجنوبية

(١٦٧) لما كانت سرعة حركة الارض بالقلب كربع البعد في كل جزء من فلكها فيكون



مسطح الزاوية المرسومة بالموصل في وقت مفروض في مربع البعد كمية واحدة ابداً لانه ان فرض ت X ب مثلاً وزاد ت كنقصان ب يكون المسطح واحداً ابداً فان رُسم من ش (شكل ٦٢) موصلان الى ت وب طرفي قوس مرورها في يوم واحد يكون ش ت X ت ب كمية واحدة في كل جزء من فلك الارض والقوس ت ب اذا نُظر اليها من الارض قوس دائرة تامة تُرى مثل ا د وهي قياس الزاوية عند ش

شكل ٦٢

(١٦٨) الخط الموصل يمر على فصح متساوية في اوقات متساوية اما في اوقات غير متساوية فعلى فصح متناسبة للاوقات . ليكن ت ب القوس المرسوم في يوم واحد فالقطع ت ش ب $= \frac{1}{2}$ ش ب X ت ب خد اي نصف قطر شت مثل ش د وارسم القوس ا د قياساً للزاوية ش فلنا ش د : ا د :: ش ب : ت ب = ش ب X $\frac{1}{2}$ ش ب وبالتعويض عن ت ب ت بهذه القيمة في المعادلة المذكورة نصير ت ش ب $= \frac{1}{2}$ ش ب X ش ب X $\frac{1}{2}$ ش ب $= \frac{1}{2}$ ش ب X $\frac{1}{2}$ ش ب X $\frac{1}{2}$ ش ب وث د كمية ثابتة وش ب X ت د ايضاً ثابتة فاذا الموصل يمر بفصح متساوية في اوقات متساوية . وهذه قاعدة من قواعد كبلر وساني ذكرها في الفصل الثالث

وقد وجد ان فضلة البعد الابد والاقرب $= \frac{1}{39}$ من البعد الاقرب اي $2000 \dots 000$ ميل تقريباً

(١٦٩) ان تعيين هيئة فلك الارض حسباً تقدم حاصل من مراقبات ورصود دقيقة

غير ان هذه الهيئة تتغير من علل كثيرة لا نتمم بدون معرفة بعض قواعد الجاذبية العامة فلننظر قليلاً الى تلك القواعد

الفصل الثالث

في قواعد كبلر والجاذبية العامة

(١٧٠) في اوائل القرن السابع عشر اخذ كبلر بحسب موقع المريخ على المبدأ الكوبرنيكي اي ان الشمس مركز حركات السيارات وفي اول الامر قابل موقعة بالرصد بموقعه حسب افضل الزيجات الموجودة يومئذ فتارة تطابق الموقعان واخرى اختلفا فظهر فساد الحساب ثم اخذ بحسب موقع السيارة على مفروضات مختلفة حتى افنى كل مفروض ممكن على مبدأ كون فلك المريخ دائرة وفي مدة ثمان سنين انمحن ١٩ مفروضاً ولم يصح واحد منها فتحقق ان فلك المريخ ليس دائرة فتترك الدائرة واخذ بحسب موقع السيارة بناءً على كون فلكه هليلجياً والشمس في مركزها فوجد ان الحساب لم يصح فتترك هذا الرأي ونقل الشمس الى احد محترقي الهليجي فوجد الحساب والواقع متطابقين تماماً وصح في سائر السيارات والقمراً ايضاً فوضع قاعدة الاولى وهي

(١) فلك كل سيار هليلجي الشمس في احد محترقيه

وفي اجرائه هذه الحسابات رسم هليلجياً عبارة عن فلك المريخ وجعل الشمس في احد المحترقين وعين مواقع السيارة في الهليجي حسب ما علمت من الرصد وبذلك كشف قاعدة الثانية

(٢) ان المسحات التي يمر عليها القطر الحامل تتغير بنسبة الى الوقت اية

يمر على مسحات متساوية في اوقات متساوية

ولما نظر الى السيارات تدور حول الشمس كل واحد في فلكه نتفق عنه وجود قانون عام

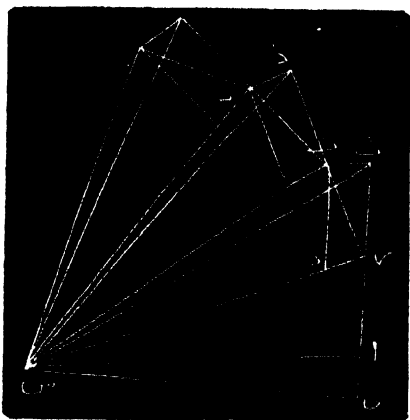
رابط الكل فانتهى الى قاعدة الثالثة

(٣) ان مربعات مدات السيارات تتغير ككعاب ابعادها الاواسط

لاجل صحة هذه القاعدة الاخيرة تماماً ينبغي ان يُقسَم مكعب البعد على مجموع
 جرم الشمس والسيار غير ان جرم اكبر السيارات صغير بالنسبة الى جرم الشمس
 فجرم المشتري $\frac{1}{1048}$ من جرم الشمس كما ستعلم فلا يحصل خطأ يعتد به اذا
 غُضَّ النظر عن ذلك ونصح هذه القاعدة في الاقمار ايضاً الا اذا كان جرم السيار
 بالنسبة الى جرم الشمس ما يُعتد به كما اوضح اسحق نيوتون في القضية ٥٩ من
 مبادئه وبرهن ايضاً صحة هذه القواعد تعاليمياً في الكتاب المذكور

(١٧١) من كتاب المبادي لاسحق نيوتون الكتاب الاول القضية الاولى والثانية
اذا تحرك جسم بقوة محركة وقوة جاذبة الى مركز الفسحات المروية حول المركز تتغير بالنسبة
الى مدياتها والكل في سطح واحد

لنفرض جرم متحرك في السطح اس ر (شكل ٦٣) بقوة نصلة الى ر ثم الى ث في اوقات متساوية. ارسم س ر وس ث فالمثلثان اس ر رس ث متساويان ولكون القوة فاعلة في سطح واحد في سطح واحد ثم عند وصول الجرم الى ر لتفعل فيه القوة الجاذبة نحو س بحيث نصلة الى د



شکل ۶۳

فالفسحات الممرور بها في سطح واحد وقد تبرهن انها متساوية وذلك الخ
وبالقلب اذا كانت الفسحات المرسومة حول نقطة مفروضة تتغير بالنسبة الى الاوقات فالقوة المحركة
الجسم عن الاستقامة تنقل نحو تلك النقطة : لان $اس ر = رس ث$ كما تقدم وبالمفروض $اس ر$
 $= رس ت$ فاذا $رس ت = رس ث$ وث $ث موازي رس$ ورت قطر معين الضلع رد
منه تعدل القوة المحركة الجاذبة نحو س

قد تحقق حسب قاعدة كبلر الثانية ان القطر الحامل لكل سيار يرسم حول الشمس فسمات متساوية في اوقات متساوية (١٦٨) فبالضرورة القوة الجاذبة للسيارات هي نحو الشمس (١٧٢) فرع اول من القضية السابقة . قاعدة السرعة لجرم دائر حول مركز السرعة في اية نقطة فرضت تتغير بالقلب كالعمودي من مركز القوة على المماس لتلك النقطة ليكن s ي (شكل ٦٢) عموداً على at بعد اخراجه فمساحة s را = $\frac{1}{2} ra \times s$ ي وهي تتغير حسب تغير $ar \times s$ ي اي $ar \infty \frac{ra}{r}$ و $ar \infty s$ اي كالتسريع عند المساحة s را ثابتة اي السرعة $s \infty \frac{1}{r}$ اي السرعة تتغير بالقلب كالعمود من النقطة s على الخط الذي يمر عليه الجرم او على مماس منحنى ان دائر في منحنى قاعدة الجاذبية في فلك هليجي باعتبار البعد . (مختصر من مبادي نيوتون كتاب اول قضية

١١ و ١٢ و ١٣ و ١٤)

(١٧٢) ليكن f موقع الجرم (شكل ٦٤)

ص و ح المخترفين اس نصف القطر الاطول ب s نصف منحنى ص ي و ح ز عمودين على مماس للنقطة f و د s موازياً للمماس . افرض $ج =$ جيب الزاوية ص ف ي او ح ف ز وعلى افتراض نصف القطر واحداً

شكل ٦٤

$$ج = \frac{ص ي}{ص ف} = و ج = \frac{ح ز}{ح ف} \quad اي ج = \frac{ص ي \times ح ز}{ص ف \times ح ف}$$

وبحساب قطع المخروط ص ي \times ح ز = s ب
وص ف \times ح ف = s د

$$وبالتعويض ج = \frac{ب س}{س د} = و ج = \frac{ص ي}{ص ف}$$

$$فبالمساواة \frac{ص ي}{ص ف} = \frac{ب س}{س د} \quad اي ص ي = \frac{ص ف \times ب س}{س د}$$

$$وبحساب قطع المخروط وتر الانحناء = \frac{اس^2}{اس}$$

(٤٨)

$$H^2 = \frac{N^2}{M^2}$$

بحساب قطع المخروط $M = \frac{P}{r} \left(\frac{F}{r} \right)$

$$\text{وبالمثلثات المتشابهة} \quad \frac{F}{r} = \frac{N}{N_K}$$

فبالتعويض $M = \frac{P}{r} \left(\frac{N}{N_K} \right)$ بالتعويض في (٤٨)

$$M = \frac{N_K}{N \times P} \quad \text{وبالتعويض في (٤٧)}$$

$$M = \frac{N_K}{N \times P} \times \frac{N}{N_K} = \frac{1}{P}$$

أما القطاع F من N فقياسه $F \times N_K$ أي

$$N_K = \frac{F \times N}{F} \quad \text{ونك} = \frac{F \times N}{F}$$

(٤٩)

$$M = \frac{F \times N}{F \times P}$$

وبما ان الفسحات التي يمر بها القطر الحامل تتغير بالنسبة الى الاوقات فيكون F من ثابتاً
فاذا

(٥٠)

$$M = (-ج) \propto \frac{1}{r^2}$$

أي القوة الجاذبة تتغير بالقلب كمرجع البعد

(١٧٥) وهذا القانون يصح في كل قطع مخروط وفي افلاك مختلفة كما نبرهن في مبادئ نيوتون

كتاب أول في ١٤ فيصح في كل اجرام نظام دائر حول جرم واحد مركزي

لنفرض ١ نصف قطر هليوي الاعظم وب نصف متصو فيكون ١ معدل البعد أي البعد

الوسط لكل نقطة من المنحنى عن المركز وحسب قطع المخروط مساحة الهليوي = ١ ب فان

فرضت م = المساحة التي يمر بها القطر الحامل في ثانية واحدة وع = عدد الثواني في دوران كامل
فلك الهليبي = م ع و π اب = م ع

$$\text{وع} = \frac{\pi \text{ اب}}{م} = \frac{\pi \text{ ا}^2 \text{ ب}}{م} \text{ وحسب قاعدة كبلر الثالثة}$$

$$\text{ع} \propto \frac{\text{ا}^3}{م} \text{ اي } \frac{\text{ا}^3}{م} \propto \frac{\text{ب}}{م}$$

ونصف البرامتر $\frac{p}{r}$ هو متناسب ثالث للقطرين ا وب

$$\text{فاذا } \frac{\text{ا}^3}{م} = \frac{p}{r} \text{ ا ب } \frac{p}{r} \propto \frac{p}{م}$$

فبالتعويض عن م بالنقطة $\frac{p}{r}$ (ا ب ف م ن في معادلة (٤٩) نصير

$$\frac{r}{م} = \frac{p^2}{م \times p} = \frac{4 \text{ ف م ن}}{م \times p}$$

$$\frac{1}{م} \propto \frac{1}{ف م}$$

ا ب المجاذبة تتغير بالقلب كربع البعد في افلاك مختلفة كما في اقسام مختلفة من فلك واحد

(١٧٦) وهذه القواعد تصح ايضا على المسافات القصيرة القريبة كما على الطويلة البعيدة

ليكن ض الارض (شكل ٦٦). وا موقع القمر وليكن ا ا عبارة

عن النسيئة التي يقع فيها القمر بالمجاذبية في ثانية واحدة و ا ب القوس

التي يمر بها في ثانية واحدة فلولا قوة تحرفة لذهب على استقامة الى ب

فيكون ب ب اوسهم الجيب ا ا (الذي يعادله في قوس صغير جدا)

المسافة التي يقع فيها في ثانية واحدة فاذا انقسم فلك القمر على عدد الثواني

اللازمة لمروره فيه يكون الخارج ا ب وهذه القوس وتورها يعتبران

متساويين

$$\text{و } ٢ \text{ اض : اب :: اب : ا ا } = ٠.٠٥٣٥ \text{ من القيراط}$$

على سطح الارض يمر جرم في الثانية الاولى من سقوطه على $\frac{1}{16}$ شكل ٦٦

قدما فاذا كانت القاعدة الماضي ذكرها صحيحة ا ب ان المجاذبة تتغير بالقلب كربع البعد نستعلم

المسافة التي يسقط فيها جرم على بعد القمر بهذه النسبة

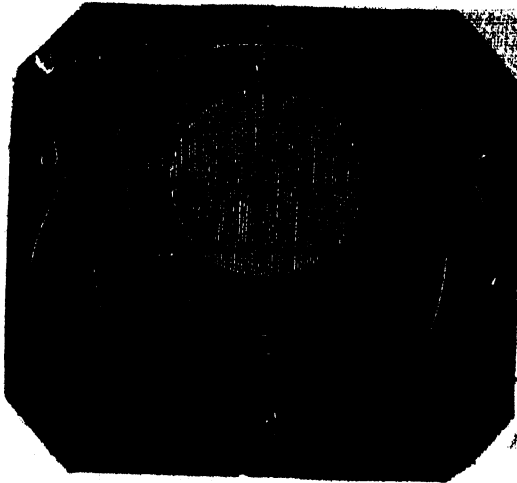
مربع بعد القمر: مربع $\frac{1}{4}$ ق الأرض $\therefore \frac{1}{16}$ قدمًا: 0.0526 فيراط وذلك يوافق تقريبًا ما يسقطه القمر عن ماس لفلكه في ثانية واحدة

(١٧٧) اذا تحرك سيار او مذنب نحو سيار آخر فحركته تتسارع ومسايرتها تزيد بالقلب كربع البعد واذا ذهب عن سيار آخر فتبطئ حركته على هذه القاعدة نفسها وقد تبرهن في الفلسفة في باب الميكانيكيات ان المجاذبية تتغير كمقدار الهبولي وهكذا في الاجرام السموية ايضا اي المجاذبية تتغير بالاستقامة كمقدار الهبولي وبالقلب كربع البعد

اذا رمي حجرًا او أطلقت كلة من مدفع فطريق المرمي بدون التفات الى مقاومة الهواء الكروي هو قطعة من فلک هليلجي احد محترقيه مركز الارض وقد تبرهن في الفلسفة (ع^{٨٧}) ان طريق مرمي هو قوس من شلجي بناء على كون المخطوط العمودية منه على سطح الافق متوازية وقوة المجاذبية ثابتة وكلاهما ليس بصحيح الى التمام. فاذا علم بعد القمر ومدته فالوقت اللازم لمرمي ان يدور دورانا كاملاً في مخنيو يعرف من قاعدة كبلر الثالثة واذا لاسيل للانسان ان يرمي مرمياً بقوة تبلغ اسفل فلكه الى ابعد من مركز الارض فيحسب معدل ذلك نصف قطر الارض وعلى افتراض بعد القمر ٦ قطراً ومدته $\frac{1}{16}$ يوماً تكون النسبة $\frac{1}{60} : (\frac{1}{16}) : (27\frac{1}{4}) : ك$

فنستعمل فيه ك = نحو ٢١ دقيقة

اي كل مرمي اذا دار في فلكه بدون معارضة حسب قواعد المجاذبية الفاعلة خارج الارض يدور دورانا كاملاً ويعود الى موضعه في نحو نصف ساعة



شكل ٦٧

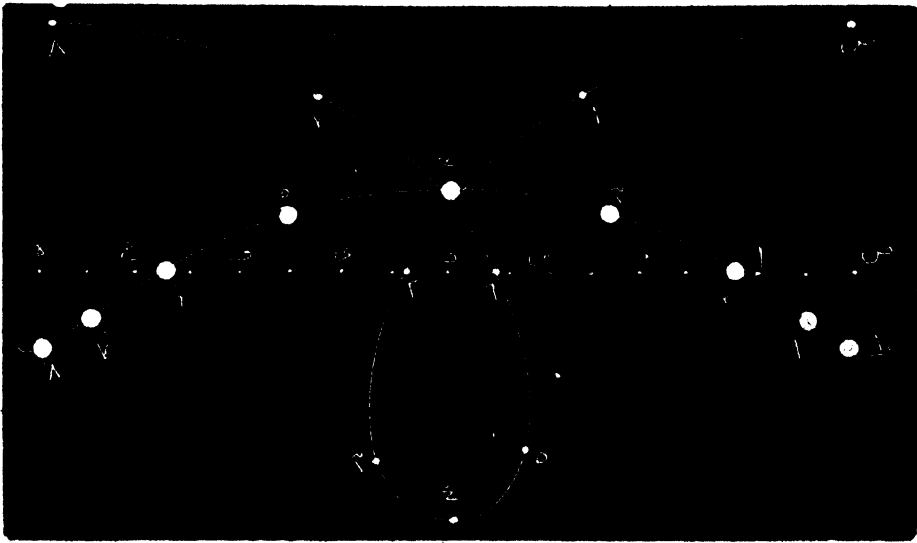
(١٧٨) ولكي نرى قلب زياحة المرمي في المرميات الفرض ف (شكل ١٧) نقطه بقرب الارض ادي والقوة الدافعة تدفع الى جهة ف ب حتى يصل المرمي الى د فان زيدت القوة فقد يصل الى ه فكان مركز الارض المحترق الابد لفلكه. فان زيدت القوة الدافعة حتى تعدل المجاذبية تمامًا دار المرمي في دائرة تامة ف ق غ ومعدل البعد يعدل حيث ان نصف قطر

الارض فيستعمل وقت الدوران بقاعدة كبلر الثالثة وهي $١^٣ : ٢٤^٣ : ٣٦^٣$ واذا زادت القوة ايضا يتحرك المرمي في هليلجي ف ك محترقه الاقرب مركز الارض واذا زادت القوة تزيد مباينة الهليلجي فتصير ف تارك ويزداد القوة ايضا ينتهي الى شلجي ثم الى هذلولي فلا يعود الى طريقة نحو الارض

(١٧٩) اذا افترضنا حركة الارض المرمية او حركة سيار آخر المرمية حاصلة من دفعة واحدة فربما كانت تلك الدفعة سبب الدوران على المحور ايضاً . فان فعلت القوة الدافعة على خط مارة بالمركز نجحت حركة مستقيمة بدون دوران على المحور وان لم يمر ذلك الخط بالمركز حصل دوران على المحور ايضاً وقد حسب البعض ان حركتي الارض ممكن حصولها بقوة دافعة على خط ٢٤ ميل من مركز الارض على الجانب الابعد من الشمس . ولو فعلت على الجانب الذي يلي الشمس لكان الدوران اليومي عكس ما هو

(١٨٠) في حركات الشمس والسيار من قبل دفع السيار

لنفرض الشمس عند ط (شكل ٦٨) والارض عند ص وكل واحدة منها جاذبة الاخرى ثم اندفعت ص على خط عمودي على ص ط فلا يمكن ان تبقى ط ثابتة وتتحرك ص حولها لانه كما قد نبرهن في الفلسفة الطبيعية ان مركز ثقلها يتحرك كما كان مجتمع الجسمين قد تحرك لو اُوصل بين مركزيها واندفعوا اندفاعاً واحداً فلنفرض ان بين وزن الجسمين والقوة الدافعة نسبة حتى يمر المركز



شكل ٦٨

ض على النسمات ض ا ب س الخ بينما يمر ص ٤٥ في دائرة حول المركز المتحرك فعند وصول المركز الى ا يكون ص عند ا اي ٤٥ من العمودي عند ا ولا بد ان يكون ط في الجهة المتقابلة من ا بالنسبة الى ص وعلى نفس البعد من ا الذي كان عليه من ض قبل فبواسطة دفع ص والمجاذبية بين ص وط قد تحرك ط الى ا ثم متى كان المركز عند ب يكون ص في ا وط عند ا وما دام ص فوق الخط ض هـ جذب ط نحو ذلك الخط ثم ينقطع ومن خاصة السكون يبقى سائراً الى الاعلى مع ان ص قد صار تحت الخط وعلى هذا النسق الاجرام

الدائرة حول مركز متحرك ترسم دوائر بالنسبة الى ذلك المركز وترسم ختيقةً مخنبيات مختلفة كثيراً عن تلك الدوائر وهي ابدأ نوع من انواع المخني المعروف بالايكيكولويد وفي المفروض السابق يرسم السيارة ايكيكولويد بكون عدة افشوطات والطريق يقطع نفسه مرة في كل دوران وطريق الجرم الاكبر خط متموج والجرم ص يتقهقر في اسفل الانشوط من ٢ الى ٤ الى ٥ وط يتقدم على سرعة غير متساوية لان كلاً منها تارة يعوق الآخر واخرى يسرعه ولا سبيل لدوران جرمين مستقلين حول مركز ثقل ثابت الا بدفع كل واحد منها بقوة واحدة الى جهتين متقابلتين ففونان فاعلان على هذه الكيفية هما زوج فعلهما الدوران فقط



شكل ٦٩

(١٨١) سبب باب سيار من نقطة الذنب وذهاباً من نقطة الراس كلما بعد السيارة من الجسم المركزي ش (شكل ٦٩) من ح الى ك الى ا ثقل سرعته حتى تغلب القوة الجاذبة القوة الدافعة بما يكفي لاحتوائه الى س ثم تاخذ بالزيادة وتزيد السرعة ايضاً في المرور من د اي ي الى ف فتتبع السرعة وقوع السيارة الى ش والجاذبة كافية لاحتوائه عن الاستقامة فينتهي الى غ ايضاً فعند س يصير طريقه داخل محيط دائرة حول المركز ش فيعود وعند غ يصير طريقه خارج دائرة حول المركز ش فياخذ بالذهاب ايضاً

الفصل الرابع

في مبادرة الاعتدالين والكبوا وانحراف النور وحركة نقطتي الراس والذنب وموقع الشمس الحقيقي والوسط

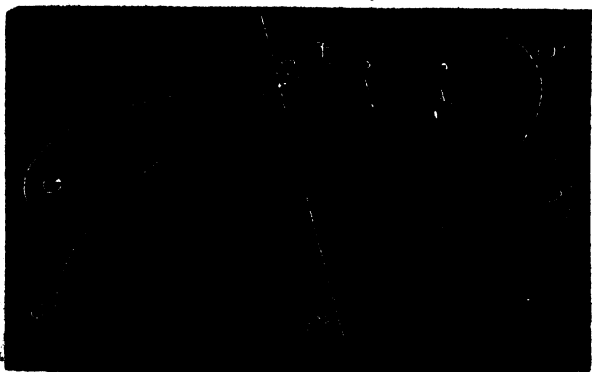
(١٨٢) اذا نعين طول النجوم وعرضها فبعد مضي سنين برى الطول قد زاد والعرض باقى على ما كان وسبب ذلك مبادرة الاعتدالين والكبوا مبادرة الاعتدالين فيراد بها انتقال نقطتي تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء رويداً رويداً من الشرق نحو الغرب ان عيناً النقطة التي فيها تقطع الشمس خط الاستواء هذه السنة ووافقت موقع نجم معروف مثلاً فنراها في السنة الآتية نقطعة الى غربي ذلك النجم فسميت مبادرة اما لان الشمس تسبق اليها كل

سنة وإما لانه في مرور الهاجرة البومي يسبق الاعتدال النجوم التي قطعت الهاجرة معه في السنة الماضية. وعلى هذا السبيل في مضي الادوار ترفع نقطتا الاعتدالين في كل نقطة من دائرة البروج (١٨٣) كمية المبادرة السنوية = $٥٠' ٢''$ ولما كان في كل درجة ٢٦٠٠ لنا $٢٦٠ \times ٢٦٠٠ = ١٢٩٦٠٠٠$ في دائرة و $١٢٩٦٠٠٠ + ٥٠' ٢'' = ٢٥٨١٧$ سنة لدوران الاعتدالين دورانا واحداً

(١٨٤) من مبادرة الاعتدالين بدور قطب خط الاستواء حول قطب دائرة البروج في ٢٥٨١٧ سنة كما تقدم وكما ان نجم القطب لم يكن نجم القطب في قديم الزمان هكذا لا يكون كذلك في المستقبل ونرى من الزيجات القديمة للنجوم الثوابت ان نجم القطب كان حينئذ بعيداً عن القطب $١٢'$ وبعد عنه الآن $٢٢'$ تقريباً وسيتقرب اليه حتى يصير بينها نحو $١'$ ثم يبعد عنه وبعد مضي نحو ١٢٠٠٠ سنة يكون قطب خط الاستواء قد انتقل الى الجانب الآخر من دائرة البروج فيصير بين النسر الواقع والقطب اقل من $٥'$ فيكون هو حينئذ نجم القطب ويقرب سنة ٢١٠٠ يكون بين نجم القطب والقطب $٢٩'$ و $٥٥'$ و ٢١٠٠ + نصف ٢٥٨٦٨ اي $١٢٩٣٤ = ١٥٠٣٤$ اي في تلك السنة يكون نجم القطب على بعد ابعد عن القطب الى $٤٥' ٢٣''$ ويقرب سنة ٢٢٠٠ ق م كان النجم الثالث من ذنب الثعبان اي α الثعبان نجم القطب اذ كان بعده عن القطب يومئذ $١٠'$ فقط

(١٨٥) قد تقدم ان مبادرة الاعتدالين صادر من جاذبية الشمس والقمر على زيادة الهولي في الاقاليم الاستوائية لكون الارض شبيهة بكرة وليست كرة تامة ولما كانت الشمس في دائرة البروج وميل تلك الدائرة $٢٣' ٢٧''$ على دائرة خط الاستواء فالجاذبية المشار اليها تجذب خط الاستواء نحو دائرة البروج ولولا حركة الارض اليومية لانتهتا الى سطح واحد

(١٨٦) لسبب ميل دائرة البروج على خط الاستواء تكون جاذبية الشمس للاقسام الاستوائية مائلة فتعمل الى قسمين احدهما عمودي على خط الاستواء وفعل هذا القسم هو ادارة نصف الحلقة الاستوائية الاقرب الى الشمس نحو دائرة



شكل ٢٠

البروج والخط الذي تدور عليه هو الموصل بين الاعتدالين والنصف الآخر يبعد عن دائرة البروج غير ان الابعاد اقل من القريب فتقدم

الحلقة نحو دائرة البروج وهذا الاقتراب مع سكون الحلقة الاستوائية في الحركة اليومية يظهر الاعتدالين
ليكن γ سطح دائرة البروج (شكل ٧٠) و γ الحلقة الاستوائية المهيولية فجوهر γ من
هذه الحلقة α مثلاً بسبب السكون في الدوران اليومي يميل الى γ في سطح γ فليكن α ب عبارة
عن تلك القوة واف عبارة عن الميل نحو γ بسبب جاذبية الشمس فتكون الحركة الناتجة من
القوتين القطراد وذلك يظهر γ الى γ وكل جواهر الحلقة تحت هذا الفعل الا لحظة كل يوم
عندما تقطع γ و α ان لم تكن الشمس على خط γ كما هي في اذار وابول فيبطل الفعل حيناً
(١٨٧) ان فعل القمر في مبادرة الاعتدالين اعظم من فعل الشمس لقربه والنسبة بين فعله
وفعل الشمس :: ٢ : ٧ وللسيارات ايضاً فعل في زيادة الميولي عند الاجزاء الاستوائية غير ان فعل
السيارات هو لتقليل المبادرة لان مقدار المبادرة المحاصلة من جاذبية الشمس والقمر = $٥٠'٤١$ وفعل
السيارات بالضد = $٥٠'٢١$ فبقي للمبادرة $٥٠'٢$

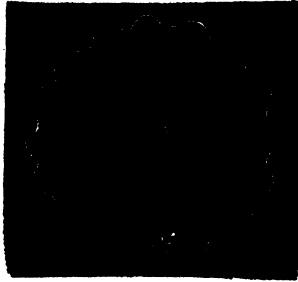
(١٨٨) ان زمان دوران الشمس من نقطة الاعتدال الى ان تعود اليها ايضاً سني سنة اعتدالية
وقد رأينا ان ذلك ينقص عن دوران كامل $٥٠'٢$ ونسبة $٥٩'٢٠$ الى $٨٠'٢٠$ اي حركة الشمس اليومية
٢٤ ساعة :: $٥٠'٢$: $٢٠'٢٠$ من الوقت اي السنة الاعتدالية اقصر من السنة النجمية بمقدار
 $٢٠'٢٠$ وقت شمسي اوسط فالسنة النجمية ٣٦٥ ٦ ٦ ٦ ٦ ٦
والاعتدالية ٣٦٥ ٥ ٤٨ ٤٦١٥

(١٨٩) ومن مبادرة الاعتدالين حدث ايضاً ان اسماء البروج الآن لا توافق الصور المسماة
بتلك الاسماء بل انتقلت البروج ٢٨ الى غربي صورها ولا ريب انه لم يكن كذلك في اول تقسيم
دائرة البروج بل كان كل برج حيثئذ يوافق صورته . و $٥٠'٢$: سنة واحدة :: ٢٠
(= ١٨٠٠٠) اي ٢١٥٥٦ اي ق م بغزو ٢٨٠ سنة اي ملك قليلة بعد بناء مدرسة الاسكندرية

في الكبي

(١٩٠) رأينا سابقاً ان مبادرة الاعتدالين ودوران قطب خط الاستواء حول
قطب دائرة البروج يحصل من جاذبية الشمس والقمر على الحلقة المهيولية في اجزاء الارض الاستوائية
فلا بد ان يكون فعل تلك الجاذبية اعظم متى كانت الشمس في المدارين ولائي متى كانت في
الاعتدالين ونسبة فعل القمر في هذا العمل الى فعل الشمس :: ٢ : ٥ تقريباً فيحصل من ذلك تغيير
مستمر في ميل دائرة البروج على خط الاستواء نارة بزيد واخرى بثل وبالنسبة تحصل حركة للقطب
خط الاستواء نارة بقرب الى قطب دائرة البروج واخرى يبعد عنها فتكون حركة قطب خط

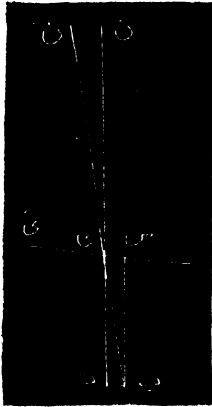
الاستواء حول قطب دائرة البروج في دائرة محيطها مركب منحنيات تقعيرها وتحدبها الى نحو قطب دائرة البروج دواليك فتشبه خطاً موجاً (شكل ٧١) وهذه الحركة سُميت الكبو وكينها نحو ١٨" ق قطب خط الاستواء و ف قطب دائرة البروج وسمي الكبو ٩٢٥"



في انحراف النور

شكل ٧١

(١٩١) الانحراف هو تغير في مكان جرم سموي الظاهر حادث من حركة الارض في فلكها في مدة انتقال النور عن ذلك الجرم اليها فيكون مكانه الظاهر وراء مكانه الحقيقي بمقدار الانحراف



شكل ٧٢

ليكن ي ي س (شكل ٧٢) جزءاً من دائرة البروج و ن ي شععة من نجم عند ن خذ ي س متناسباً لحركة الارض في فلكها و ي ت متناسباً لحركة النور ونم شكل ي س ب ت وارسم القطر ي ب ومن حركة الارض في فلكها في مدة انتقال النور اليها من النجم يظهر كأن العين ثبتت عند ي واتى النور من نجم عند ن فيكون الفرق بين المكان الظاهر والمكان الحقيقي لناظر عند ي الزاوية ن ي ن فمن نسبة سرعة حركة النور الى سرعة حركة الارض في فلكها نستعلم هذه الزاوية وحركة النور ١٩٢٠٠٠ ميل كل

ثانية وحركة الارض = ١٩ ميلاً كل ثانية فليكن ي س حركة الارض و ي ت حركة النور فنسبة

١٩٢٠٠٠ : ١٩ :: ١ : ٢٠٤٤٥١ = زاوية ت ي ب = ن ي ن مقدار الانحراف

فمتى كان النور الآتي من جرم سموي عمودياً على فلك الارض يكون الانحراف ٢٠٤٤٥١" وقد سُميت هذه الكمية مسمى الانحراف وإذا كانت الارض متحركة نحو الجرم يكون الانحراف صفراً فنجم واقع في سطح دائرة البروج يظهر في مكانه الحقيقي مرة في كل سنة اشهر وقبل هذين الوقتين بثلاثة اشهر وبعد ما بثلاثة اشهر ينحرف الى الجهتين المتقابلتين ٢٠٤٤٥١" فيكون كل انحرافها ٤١" تقريباً ونجم في قطب دائرة البروج يسبق مكانه الظاهر ٢٠٤٤٥١" ابداً فكانه يرسم دائرة قطرها ٤١" وكل جرم بين سطح دائرة البروج وقطبه يرسم هليجياً قطرُه الاعظم ٤١" وقطرُه الاصغر يزيد بالنسبة الى عرض النجم

الانحراف برهان حسي على حركة الارض وصحة النظام الكوبرنيكي وإذا استعملنا موقع نجم بالحساب وراقبنا موقعه بالنظر لنا الانحراف فتستعلم من ذلك سرعة النور بقلب النسبة المذكورة

أي ماس ٤٤٥١" ٢٠' :: ١٩' ق :: ١٩ ميلاً : ١٩٣٠٠٠ ميل كل ثانية

(١٩٣) ان نقطتي الرأس والذنب للارض ليستا بثابتين بل تنتقلان بين البروج من الغرب الى الشرق وهما الآن في ١٠ السرطان و ١ الجدي أي تكون الارض في نقطة الذنب في أول تموز وفي نقطة الرأس في ١ كانون الثاني فان رصدنا وقت وصول الارض الى نقطة الرأس هذه السنة وعيناً موضعها بين البروج نجد في السنة الآتية انها تصل الى تلك النقطة ٦٦' ١١" الى شرقي النقطة المشار اليها وهاتان النقطتان تتقدمان كل سنة ٦٦' ١١" ولكن الاعتدال الذي تحسب منه الطول يتحرك الى الغرب كل سنة ٥٠' ١" فيتغير طول نقطة الرأس كل سنة ٧٦' ٦١" وهذه الحقيقة يُعبّر عنها بان الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب له حركة سنوية من الغرب الى الشرق ويدور دورانا كاملاً في ١١١٤٩ سنة *

في سنة ١٨٠٠ كان طول نقطة الرأس ٢٧٩' ٢٠" ٨ أي فامت المدار الشتوي ٩' ٢٠" ٨

فكانت عند المدار الشتوي في سنة ١٢٤٧

لان ٩' ٢٠" ٨ + ٦١' ٤" = ٥٥٣ سنة

و ١٨٠٠ - ٥٥٣ = ١٢٤٧ وعلى هذه

الكيفية يستعلم ان نقطة الرأس توافق

طول المدار الصيفي في سنة ١١٧٤١

في سنة ٤٠٨٩ ق م وافق طول

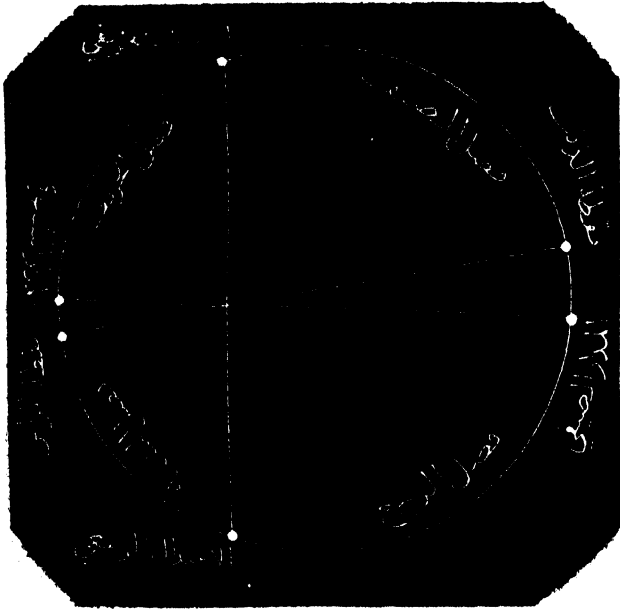
نقطة الرأس الاعتدال الربيعي في سنة

٦٥٨٩ يوافق الاعتدال الخريفي وفي سنة

١٧٢٦٧ يعود الى موافقة الاعتدال

الربيعي فيكمل الدوران وعلة هذا الانتقال

هي جاذبية السيارة الكبار التي دوائرها



شكل ٧٣

خارج دائرة الارض حول الشمس لان فعلها مضاد جاذبية الشمس وهذا الانتقال واختلاف طول

الفصول من هذا القبيل يتضح من شكل ٧٣

* ان انتقال نقطة الرأس والذنب اكتشفه أولاً محمد بن جابر بن سنان ابو عبد الله الحارثي

المعروف بالبنا في نسبة الى البنان قرية بقرب حران بين النهرين من رصد ما في اواخر القرن

التاسع واولئ القرن العاشر للمسيح في الرقة على الفرات . كان صائياً ونوفي سنة ٩٣٩ م

(١٩٢) ان رُسم خط من الشمس الى جرم وآخر الى بعد الابد عن الشمس سُميت الزاوية المحاذية بينها الزاوية الوسطى ومدة انتقال الشمس من نقطة الذنب مثلاً الى ان تعود اليها ايضاً سُميت سنة وسطى ولا بد ان تكون اطول قليلاً من سنة نجمة لانه يقتضي للشمس ان تحرك ٦٦' ١١" اكثر من دائرة كاملة

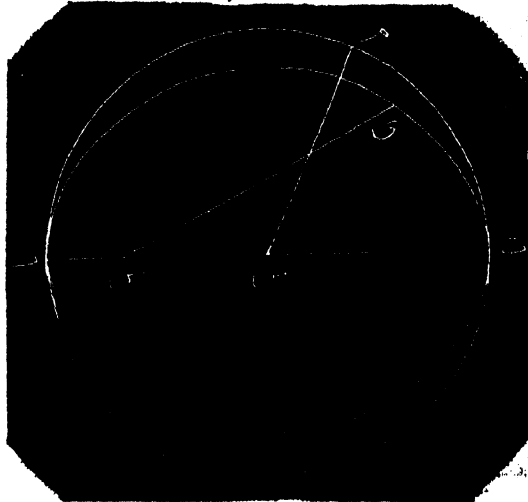
و ٢٦٠ : ٢٥٦' ٢٦٥ :: ١١' ٦٦ : ٤٠' ٤٠ اي زيادة سنة وسطى على سنة نجمة

(١٩٤) من تغير نقطتي الراس والذنب بالنسبة الى المدارين لا بد ان يحصل تغير ايضاً في النصول لانه لما كانت الارض في البعد الاقرب عندما كانت الشمس في المدار الشتوي كما كان في ١٢٤٨ والارض حينئذ على اسرع حركتها يكون الشتاء اقصر من الصيف وبالعكس ان كانت الارض في البعد الاقرب والشمس في المدار الصيفي تكون الارض حينئذ على اسرع حركتها في الصيف ويكون الصيف اقصر من الشتاء والآن لفرب نقطة الراس الى المدار الشتوي نجد الشهور الستة للشتاء اقصر من التي للصيف باكثر من سبعة و اقل من ثمانية ايام

(١٩٥) حركة جرم الوسطى هي الحركة التي كانت له لو تحرك على التساوي في دائرة تامة فتُحسب للاجرام السموية دوائر حقيقية ويُحسب المكان الذي يكون فيه الجرم لوقت مفروض اية مكانه الاوسط ومن ثم يُصلح ذلك لاختلاف فلكه عن دائرة حقيقية وهكذا يُستعلم مكانه الحقيقي والزيجات الفلكية تعين المكان الاوسط للاجرام السموية ومعادلات لاصلاح ذلك

(١٩٦) انواع الاصلاح اللازمة للكميات المقيدة في الزيجات لاجل معرفة مكان جرم الحقيقي

سُميت معادلات . مثاله لو حسبنا مكان الشمس الاوسط لوقت فلكي نستعلم مكانها الحقيقي يجب



ان نعتبر التغير الحاصل من مبادرة الاعتدالين ومن الكبو ومن مبابنة فلكها فيضاف الى الزيجات معادلات لكل هذه الاشياء بها يُصلح المكان الاوسط لمعرفة المكان الحقيقي وايضاً معادلات لجاذبية السيارات التي يحدث منها تغير في مكان الشمس والارض بالنسبة الى السيارات وفي مكان السيارات بنسبة بعضها الى بعض ليكن ت ي ب (شكل ٧٤) فلك الارض

شكل ٧٤

وليكن الشمس عند ص . على القطرت ب ا رسم دائرة

ت م ب وليكن ي موضع الارض في فلكها وم المكان الذي كانت تكون فيه لو تحركت في دائرة

حقيقية فالزاوية مس ت سُميت الزاوية الوسطى غير الحقيقية وي ص ت الزاوية الوسطى الحقيقية والفرق بينهما اي م س ت - ي ص ت = معادلة المركز اي الاصلاح اللازم للزيجات من جراهيلجية فلك الارض وهي اعظم انواع الاصلاح كلها لمعرفة طول الشمس الحقيقية اذ تبلغ احياناً $1^{\circ} 50' 26''$

الفصل الخامس

في القمر . اوجه القمر ودورانه . تخطيط القمر

(١٩٧) القمر جرم سماوي تابع الارض يدور حولها على بعدٍ معدله 238823 ميلاً ومباينة فلكه 0.049 . فيكون معظم بعده 201947 واقلة 220719 ومعدل اختلافه الافقي عند خط الاستواء هو $57' 0''$ ومعظمه $60' 1''$ واقلة $54' 7''$ فيستعلم بعد هذه النسبة

جيب $57' 0''$: نصف قطر الارض $8' 29' 6''$:: $\frac{1}{4}$ ق : 238823

وحسب آدمس 238792 . اما قطر القمر الظاهر فهو $6' 21''$

و $\frac{1}{4}$ ق : 238823 :: ج $10' 23''$: 108000 = نصف قطر القمر والقطر 2161 ميلاً

هنا حسب هنسن وحسب بعضهم نصف القطر $10' 26'' 21''$ فيزيد القطر المذكور نحو 7 او 8 اميال ونسبة سطح الارض الى سطح القمر كربع نصف قطرها اي كسبة $12:1$ ولان الكرات

ككعاب اقطارها يكون جرم القمر $\frac{1}{49}$ من جرم الارض اما ثقله النوعي فقد حسب $\frac{1}{2}$ اي $\frac{1}{4} = 610$ من ثقل الارض النوعي فوزنه $\frac{1}{49} \times 610 = \frac{1}{8}$ تقريباً . ان حسبت الارض واحداً

فنسبة الجاذبية على الارض الى الجاذبية على القمر :: $\frac{8}{1} : \frac{1}{(1.8)} = \frac{1}{(1.8)} : 1$ اي $6:1$ تقريباً

الاختلاف الافقي حسب أبري $57' 44'' = 238706$ بعد

" " " آدمس $57' 7'' = 238818$ بعد

(١٩٨) من رصد القمر من يوم الى يوم براه يدور حول الارض من الغرب الى الشرق

وميل فلكه على دائرة البروج بخلاف بين $5^{\circ} 20' 6''$ و $4^{\circ} 57' 22''$ ومعدله $5^{\circ} 8' 50''$ ومدة

دورانه $27^{\circ} 22'$ يوماً اي الى ان يعود الى الموضع بين النجوم الذي كان فيه

(١٩٩) المدة المشار اليها في الشهر النجمي واما مدة الدوران بالنسبة الى الشمس فهي الشهر

القانوني وهو $29^{\circ} 53'$ يوماً لان القمر يمر كل يوم على 12 درجة تقريباً والشمس في مدة 27 يوماً تتقدم

نحو ٢٧ فيننضي للقمر يومان بزيادة لكي يقترب بالشمس ايضاً
(٢٠٠) العقدان هما نقطتا تقاطع فلك القمر ودائرة البروج وبينهما ١٨٠° فاذا كان القمر
صاعداً من الجنوب الى شمالي دائرة البروج فنقطة التقاطع هي العقدة الصاعدة والاخرى العقدة
النازلة

متى كان الشمس والقمر على طول واحد قيل انها في الاقتران ومتى كان بينهما ٩٠° طولاً قيل
ان القمر في الربع الاول ومتى كان بينهما ١٨٠° قيل ان القمر في الاستقبال ومتى كان بينهما ٢٧٠°
قيل ان القمر في الربع الثالث

(٢٠١) يستعمل الشهر القانوني بمقابلة الخسوفات القديمة بالحدیثة اي بقسمة الايام بينها على
عدد الحملات وهو ٢٩ يوماً ١٢ ٤٤ ٣ = ٢٩ ٥٢ ٠ ٩ يوماً

(٢٠٢) لاستعلام الشهر التقميسي اقسام ٢٦٠° على ٢٥٦٢٥ ٢٦٥° اي الايام في سنة نجمية فلنا
٢٩ ٥٦ ٩٨ ٥٦° اي حركة الشمس اليومية . اضربها في ٢٩ ٥٢° اي ايام الشهر القانوني فلنا ٢٩ ١٠ ٥
اي القوس التي تقطعها الشمس في الشهر القانوني فيقطع القمر ٢٦٠° + ٢٩ ١٠ ٥° في شهر قانوني
و ٢٦٠° في شهر نجمي ثم نسبة

٢٦٠° + ٢٩ ١٠ ٥° :: ٢٦٠° :: ٢٩ ٥٢ ٠ ٩ يوماً وهو بالتدقيق ٢٧ ٢٧ ٢٣ ٤ ١١°
(٢٠٣) هيئة فلك القمر يستعمل كما تقدم من جهة فلك الشمس لان قطر القمر الظاهر يختلف
بين ٢٣' ٢١' ٢٩" و ٢١' ٩١' ٢١" فتكون نسبة بعد القمر الابد الى بعده الاقرب :: ٧ : ٦ تقريباً
ومعدل مباينة فلكه $\frac{1}{18}$ = نحو ١٢ ١١ ١٢ ميلاً معظمها $\frac{1}{10}$ = ١٥٧٦٠ ميلاً ومصغرها $\frac{1}{33}$ = ١٠٥١٠
اميال . اي $\frac{1}{4}$ مرات اكثر من مباينة فلك الارض ولكن بالنظر لا يمتاز عن دائرة حقيقية لان
القطر الاعظم يزيد على منصفه $\frac{2}{1000}$ من طوله فقط

متى كان القمر على اقرب مسافته عن الارض قيل انه في الاوج ومتى كان على ابعدا قيل انه
في الحضيض

الشهر الاوسط هو مدة دوران القمر من اوج الى اوج او من حضيض الى حضيض وهو ٢٧ ٥٥
يوماً والشهر العقدي هو مدة الدوران من عقدة الى عقدة وهو ٢٧ ٢١ يوماً

(٢٠٤) القمر يدور على محوره في نفس مدة دورانه حول الارض اي من ٢٧ ٢٢ يوماً
ومحوره عمودي على سطح فلكه تقريباً فيرى من سطح الارض جانب واحد من القمر فقط ويرى كل
سطحه من الشمس مرة في كل شهر قانوني اي ٢٩ ٥٢ يوماً . نهاره ١٥ يوماً وليله ١٥ يوماً تقريباً
خط القمر الاستوائي مائل قليلاً على دائرة البروج وعنده الصاعدة توافق عقدة فلكه النازلة

ابداً في رسم محور القمر سطحاً مخروطياً حول محور دائرة البروج مرة في كل ١٨٦ سنة (٢٠٥) تمايل القمر هو حركة جزئية لها بها يظهر لنا شيء لا قليل من نصف كرتي المخفية وهو ثلاثة انواع تمايل طولاً وتمايل عرضاً وتمايل يومي اما التمايل طولاً فيه يمتد النظر قليلاً حول خط الاستوائي أولاً من الجانب الواحد ثم من الجانب الآخر مرة كل شهر فنجب وذلك لانه بدور دورانا متساوياً على محوره ويحرك على غير تساوي في فلكه . فمضى كان في الحضيض بدور على محوره اكثر من ٩٠ يوماً على ٩٠ من فلكه فمضى اكثر قليلاً من جانبه الشرقي وبالعكس متى كان في الاوج فمضى اكثر قليلاً من جانبه الغربي ومعظمه ٧ ٥٥ فلو كان فلك القمر دائرة لما حصل تمايل طولاً

اما التمايل عرضاً ففيه يمتد نظرنا الى ابعد من قطبيه قليلاً بما ان محور القمر مائل قليلاً على فلكه اي ٦ ٢٩ على المعدل فيتوجه نحونا اولاً القطب الواحد ثم الآخر مرة كل شهر . ومعظمه ٦ ٤٧ وباتفاق النوعين ينكشف من سطحه ١٠ ٢٤ فلو كان فلكه وخط الاستوائي في سطح واحد لما حصل تمايل عرضاً

اما التمايل اليومي فمن قبل الاختلاف اليومي لانه متى كان على الهاجرة نراه كما لو نظرنا اليه من مركز الارض تقريباً ومتى كان في الافق يكون ابعد عنا نحو ٤٠٠٠ ميل فيمتد النظر قليلاً على جانبه الغربي عند شروقه وعلى جانبه الشرقي عند غرويه ومعظمه ٢٢ وبمساعدة انواع التمايل نرى من سطح القمر ٥٧ ١٠ والنسم منه المخفي عما ابداً هو ٤٣ ١٠ من سطحه

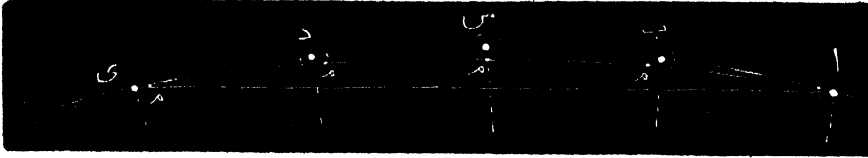
(٢٠٦) بعد القمر عن الارض هو نحو ٦٠ مرة ١ ق الارض وبالتدقيق ٩٦ ٥٩٢ فمضى كان على الهاجرة يكون قطر الظاهر ١ ٦ مرة اكبر مما هو والقمر في الافق اي نحو ٣٠ وذلك لا يشعر به بالنظر بل يقاس بالآلات

(٢٠٧) القمر بدور حول الارض والارض تدور حول الشمس على ٤٠٠ مرة بعد القمر عن الارض لان ٢٢٨٦٥٠ × ٤٠٠ = ٩١٥٤٦٠٠٠٠ فنقطة من خط القمر الاستوائي بدورانه على محوره تتحرك ١٠ اميال كل ساعة وسرعة القمر حول الارض ٢٢٠٠ ميل كل ساعة وسرعته حول الشمس ٦٨٠٠٠ ميل كل ساعة

(٢٠٨) هيئة فلك القمر . اذا دار جرم حول مركز متحرك برسم خطاً منحنيّاً سمي ابيكليكويد وفلك القمر هو ابيكليكويد متموج

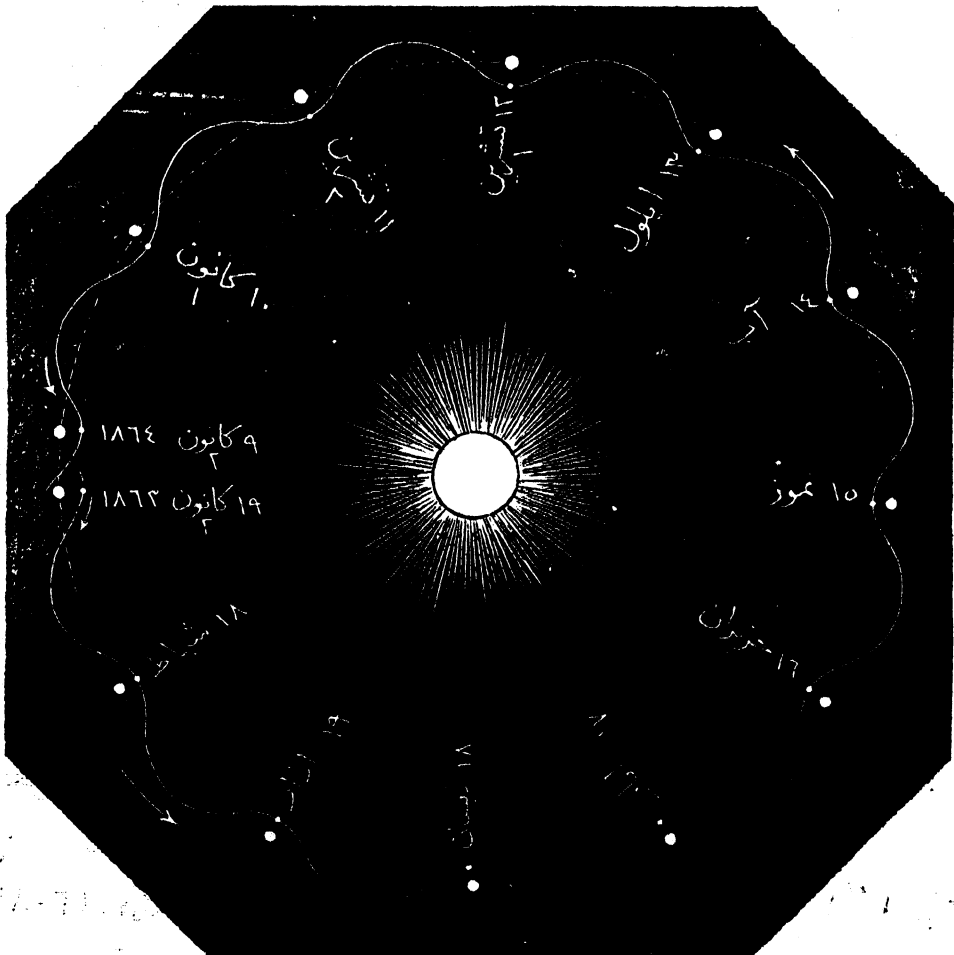
لتكن الدوائر الصغار (شكل ٧٥) دالة على قطع فلك القمر واي قطعة من فلك الارض حول الشمس وهي عند ملتقى الخطوط المفترضة فيينا بدور القمر نصف دورانه حول الارض تمر

الارض على $\frac{1}{30}$ من فلكها اي من ا الى ي فلنفرض الارض عند ا والقمر في الربع الآخر آخذًا في المرور بالقوس من فلكه التي هي اقرب الى الشمس فتنتهي الارض الى ب يكون القمر قد مرّ على نصف الربع ومتى صارت الارض عند س يكون القمر في الاقتران ومتى كانت الارض عند د



شكل ٢٥

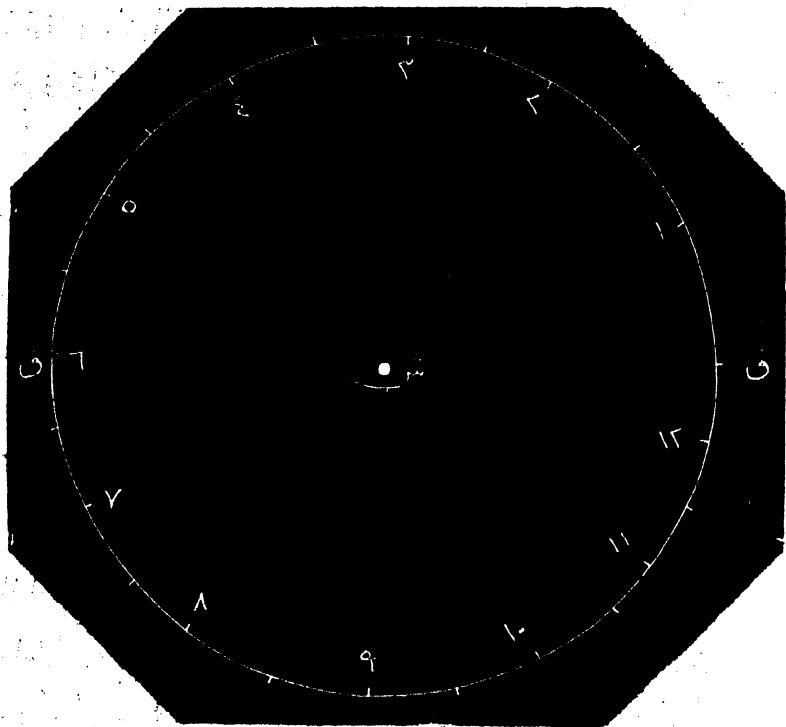
يكون قد مرّ على نصف الربع ايضًا ومتى كانت الارض عند ي يكون القمر في الربع الاول اي قد مرّ على نصف فلكه بالنسبة الى الارض واما بالنسبة الى الشمس فيكون قد مرّ على منحنى داخل



شكل ٢٦

فلك الارض من ا الى ي وعند ي يقطع فلك الارض ويتقدم مع الارض مسافة اخرى ويرسم منحنيا خارج فلك الارض وممكننا برسم في السنة ٢٥ موجًا صغيرًا جدًا بالنسبة الى فلك الارض حتى

بالكد يمتاز فلكه عن فلك الارض لناظر اليه من الشمس وذلك ينضح ايضاً من شكل ٧٦ و ٧٦ ب (٢٠٩) بما ان القمر يدور حول الشمس على معدل بعد الارض وفي نفس مئة دوران الارض حولها فلا بد ان يكون خاضعاً للقوات الفاعلة في الارض فلو تلاشت الارض لما تغير فلك القمر حول الشمس كثيراً الأبحر التوج الحاضر وتحويل فلكه الى هليلجية صحيحة



شكل ٧٦ ب

لاجل معرفة نسبة جاذبية الشمس للارض الى جاذبيتها للقمر فقد تقدم (ع ١٠٤) ان القوة الجاذبة نحو المركز اي ج $\propto \frac{1}{r^2}$ و $\propto \frac{1}{T^2}$ مئة الدوران فاذا جُعل $\frac{1}{r}$ ق فلك القمر واحداً يكون $\frac{1}{r}$ ق فلك الارض نحو ٤٠٠ والمدات ٢٧٢ ٢٢ يوماً و ٢٦٥ ٢٥ يوماً . فنسبة جاذبية القمر نحو الشمس : جاذبيتها نحو الارض $\propto \frac{1}{(27.32)^2} : \frac{1}{(365.25)^2} :: 1 : 2200$ تقريباً اي الشمس وان كانت ابعد تجذب القمر ٢٢٠ أكثر مما تجذب الارض

وان قيل فلماذا لا يترك القمر الارض اطاعة لجاذبية الشمس الزائدة فتذهب اليها ولا سيما عند حدوث كسوف تام حينما تجذبها عن الارض بالاستقامة فيجيب ان الشمس تجذب الارض ايضاً وجاذبيتها للارض نارة أكثر من جاذبيتها للقمر ونارة اقل حسب بعد الارض او القمر عنها فالارض لكي تمنع انفلات قمرها من ربطها لا تلتمز بمقاومة جاذبية الشمس له بل انما بمقاومة زيادة تلك الجاذبية عن جاذبية الشمس لما اتي فضلة جاذبية الشمس للقمر والارض وهي اقل من جاذبية الارض للقمر

وبالحقيقة القمر سيار دائر حول الشمس تحت اضطرابات من تلقاء فعل سيار آخر هو الارض كما قد اوضح من شكل ٧٦ و ٧٦ ب

(٢١٠) متى كان القمر في الاقتران كما في س (شكل ٧٥) تجذبه الارض عن الشمس فيبعد عنها حتى نصير الارض الى د وي فنتهي الى الاستقبال ثم نكون الشمس والارض على جانب واحد منه فتجذب بانه الى جهة واحدة فيقترب الى الشمس حتى ينتهي الى الاقتران وفي مرور القمر على هذا الخط الموج تارة يسبق الارض في فلكما كما عند ا واخرى يتأخر عنها كما عند ي . والارض عند ا تجذب القمر الى الورا فيتأخر عن الارض كما هو عند ي ثم تغلب الارض هذه الحركة الى الورا وتجذبه الى قدام حتى يسبقها وهلم جرا فيكون خط القمر الموج ناتجا عن اضطراب دورانه حول الشمس بواسطة جاذبية الارض له

ان الارض في كل دورة القمر حولها تدور حول مركز ثقل كليهما ومن جراء ذلك نترى الشمس تارة سابقة طولها الاوسط واخرى متاخرة عنه فمتى كان القمر في الاقتران او الاستقبال لا يتغير موقع الشمس بالنسبة الى الارض لانها على استقامة واحدة ومتى كان القمر في الربع الاول تنقل الارض نحو موقع القمر في الربع الرابع اي سابقة موقعها الحقيقي فتظهر الشمس سابقة موقعها الحقيقي ومتى كان القمر في الربع الرابع تنقل الارض نحو موقعه في الربع الاول فتتأخر الشمس ايضا بالظاهر وهذا التغير في موقع الشمس سمي تفاوتها الاختلافي ومن كثرة رصدنا وهي على الما حرة قد حسب لاثيرهبر هذا التفاوت $6^{\circ}50'$ وحسبه نيوكومب الاميركاني $6^{\circ}52'$ والمعدل $6^{\circ}51'$ فان حسبنا معدل اختلاف الشمس الاقفي $8^{\circ}91'$ يكون مركز ثقل الارض والقمر عن مركز الارض $\frac{701}{891}$ من نصف قطر الارض الاستوائى اي $\frac{701}{891}$ من 3967 ميل اي نحو 2895 ميلا فنكون نسبة جرم القمر الى مجتمع جرمي الارض والقمر :: $2895 : 228818$ اي

جرم القمر : جرم الارض :: $2895 : 228818$

:: $1 : 81^{\circ}5$

ولاجل تحويل العمل الى عبارة افرض $\frac{1}{q}$ = نصف قطر الارض الاستوائى وب = بعد القمر و ت = تفاوت الشمس الاختلافية ح = معدل اختلاف الشمس الاقفي و μ = جرم القمر على افتراض جرم الارض واحدا ثم

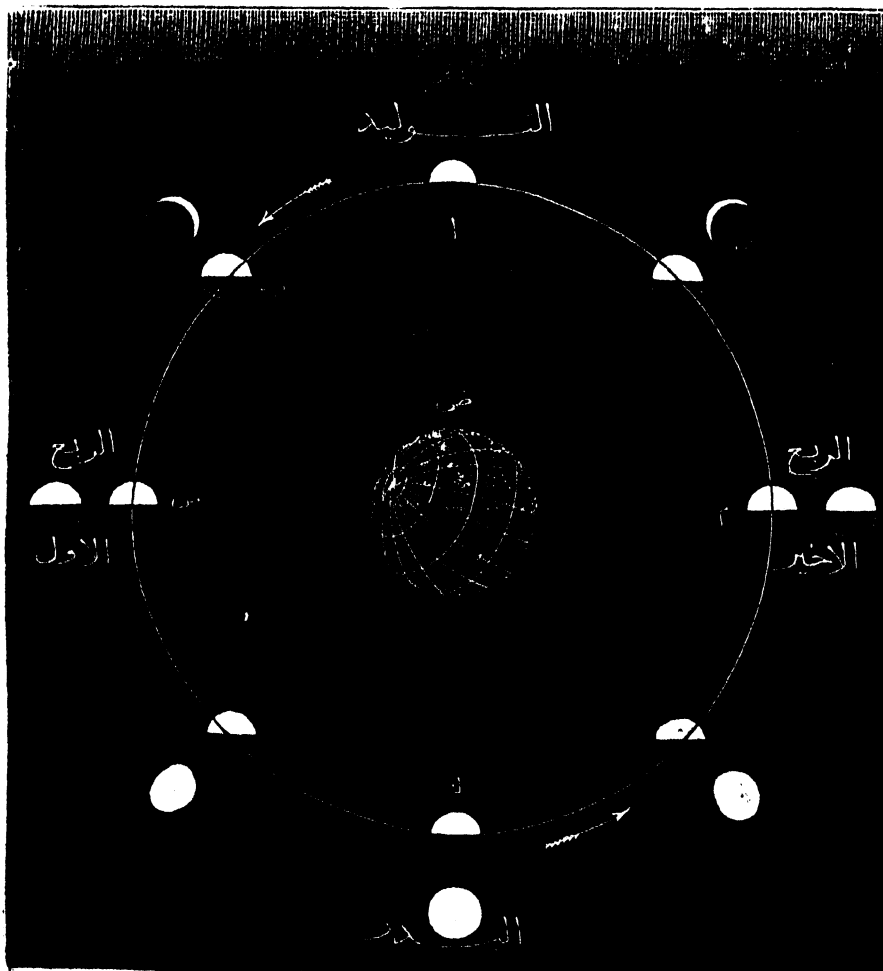
$$(٥١) \quad \frac{\mu}{1 + \mu} = \frac{ت \times \frac{1}{q}}{ح \times ب}$$

وعلى هذه الكيفية قد حسب بعضهم جرم القمر $\frac{1}{81248}$ وبعضهم $\frac{1}{81236}$ وبعضهم $\frac{1}{81}$ فنسب

معدله $\frac{1}{8144} = 0.0001228$ وقد تقدم ان جرم القمر $\frac{1}{49836}$ (١٩٧٤) فنسبة وزن القمر الى وزن الارض $49836 : 81440$ فان كانت كثافة الارض واحداً يكون كثافة القمر $\frac{49836}{81440} = 0.6052$. فان كان ثقل الارض النوعي 5.7 يكون ثقل القمر النوعي $\frac{1}{3}$ كما تقدم

أوجه القمر

(٢١١) ان بعد الشمس عن الارض 23984 مرة نصف قطر الارض وبعد القمر عن الارض 5996 مرة نصف قطر الارض فتحسب شعاع الشمس الى الارض والى القمر متوازية ومتى



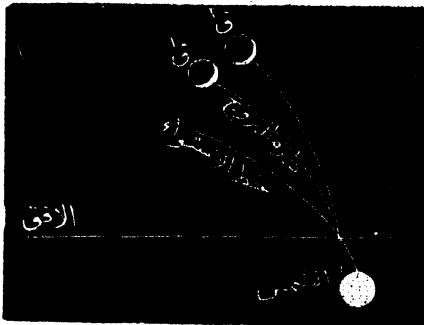
شكل ٧٢

كان في الاقتران يكون وجهة المظلم نحو الارض فلا يرى وقبل حينئذ انه في المحاق ثم متى تبين قليلاً يرى هلالاً وكل يوم يزيد تبائنه عن الشمس قليلاً فيكبر الجزء المنور من وجهه المتجه نحو الارض الى ان يرى نصفه فيقال انه في التربيع الاول وحينئذ يكون قد دار 90° من دورانه اي تكون الزاوية المحاذية بين خط من مركز الارض الى مركز القمر واخر الى مركز الشمس 90° ثم يتقدم نصف دورانه

أي ١٨٠ من الشمس فيبان لنا كل وجهه منوراً وهو حيث في الاستقبال ثم ينقص أيضاً إلى أن يكون بينه وبين الشمس ٩٠ فيكون في التربيع الثالث وبيان نصف وجهه منوراً وهكذا إلى أن يصل إلى جهة الشمس فيكون في الاقتران ووجهه المظلم إلى جهة الأرض فيجئ عنا قليلاً أي يعود إلى المحاق

(٢١٢) يتضح ما سبق من شكل ٧٧

ليكن ض الأرض و ا ب س الخ القمر فتي كان القمر عند ا يكون في الاقتران ووجهه المنور إلى جهة الشمس ووجهه المظلم إلى نحو الأرض فلا يرى أي هو في المحاق ثم متى وصل إلى ب يرى جزءاً من الوجه المنور على هيئة هلال وعند وصوله إلى س يرى نصف الوجه المنور فيكون في التربيع الأول وهكذا إلى أن يصل إلى ك فيكون في الاستقبال ووجهه المنور كله إلى جهة الأرض فيرى بديراً ثم ينقص على هذا الأسلوب حتى يصل إلى م فيكون في التربيع الرابع ثم يعود إلى الاقتران كما كان أولاً



شكل ٧٨

(٢١٢ ب) أما وضع قرني الهلال فتوقف على نسبة ميل القمر إلى ميل الشمس فالخط الموصل بين قرنيه عمودي على الدائرة العظيمة المارة بمركز الشمس ومركز القمر فعلى افتراض القمر في دائرة البروج عند ق^١ (شكل ٧٨) فالخط الموصل بين القرنيين يحدث مع الافق زاوية أكبر أو أصغر حسب ميل دائرة البروج على

الافق وذلك يختلف حسب عرض المكان وإن كان القمر عند ق^٢ كانت الدائرة العظيمة المارة بالشمس تحدث مع الافق زاوية أكبر من الأولى



شكل ٧٩

ومنى كان الهلال في القسم من فلكه الأقرب ميلاً على الافق كما يحدث بقرب الاعتدال الخريفي والقمر عند ق^٣ أو ق^٤ (شكل ٧٩) فالخط الموصل بين القرنيين يقرب إلى العمودي على الافق وهكذا يقال أيضاً في وضع قرني القمر في النصف قبل الشروق

(٢١٣) منازل القمر عند علماء الهيئة العرب ٢٨ منزلة (١) الشرطان (٢) البطين وهما في الحمل ثم (٣) الثريا (٤) الدبران وهما في الثور ثم (٥) المنعة في رأس الجبار ثم (٦) المنعة في رجل الثور أمين و (٧) الذراع في ذراعها وهما السبع سميت منازل الربيع ثم (٨) النثرة وهي المعلق في السرطان ثم

(١) الطرف ثم (١٠) الجبهة ثم (١١) الزبرة ويقال له الخمرانان ايضاً ثم (١٢) الصرفة وهذه الاربعة في الاسد ثم (١٣) العواء ثم (١٤) السماء الاعزل وهذه السبع منازل الصيف ثم (١٥) الغر في رجل السنبله ثم (١٦) زبانا الغر ثم (١٧) الاكليل في راس الغر ثم (١٨) القلب اي قلب الغر ثم (١٩) الشولة اي شولة الغر ثم (٢٠) النعائم ثم (٢١) البلك وهي رفعة من السماء لا كوكب بها بين النعائم وسعد ذابح وهذه السبعة منازل الخريف ثم (٢٢) سعد ذابح و (٢٣) سعد بلع وهما في الجدي ثم (٢٤) سعد السعود و (٢٥) سعد الاخيرة ثم (٢٦) الفرغ المتقدم ثم (٢٧) الفرغ المؤخر وهذه الاربعة في الدلو ثم (٢٨) بطن الحوت وهذه السبع منازل الشتاء

(٢١٤) نرى ارتفاع القمر وهو على خط نصف النهار احياناً كثيراً واحياناً قليلاً ولو كان على عمر واحد . فاقواتنا يكون ارتفاع الهلال كثيراً وارتفاع البدر قليلاً واوقاتنا بعكس ذلك وسبب ذلك يتضح اذا فرضنا دائرة البروج نفس فلك القمر لثمة ميل احدهما على الآخر فلهلال والشمس في جهة واحدة من السماء ابداً والشمس والبدر في جهات متقابلة ابداً فمتى كان ارتفاع الشمس كثيراً اي في الصيف يكون ارتفاع الهلال كثيراً وارتفاع البدر قليلاً ومتى كان ارتفاع الشمس قليلاً اي في الشتاء يكون ارتفاع الهلال قليلاً وارتفاع البدر كثيراً ومن فوائد ذلك انارة الجهات الشمالية بالقمر في الشتاء والشمس مخفية عنها فيعوض عنها نوعاً بالقمر الذي ينفى ظاهراً من التريبع الاول الى الثالث اما في الصيف حين تكون الشمس فوق الافق ابداً فيظهر القمر من التريبع الثالث الى الاول . وبالعكس عند القطب الجنوبي

(٢١٥) بقرب الاعتدال الخريفي متى كان القمر بقرب الاستقبال نراه يشرق بقرب غياب الشمس عدة ليال متوالية اي بين وقت طلوعه في تلك الليالي فرق اقل مما يكون في سائر الاوقات وايضاً كذلك لنفرض فلك القمر مطابق دائرة البروج كما تقدم فلو تحرك القمر على خط الاستواء لكانت كل اقسام فلكه مثل خط الاستواء تقطع الافق على زاوية واحدة ولما كان فلكه يماثل دائرة البروج او يختلف عنها قليلاً وهي مائلة على خط الاستواء فاجزاؤها تقطع الافق على زوايا مختلفة كما يرى من النظر الى الكرة ثم متى كان الاعتدال الربيعي عند الافق شرقاً يكون بين فلك القمر والافق اصغر الزوايا المحاذية بينها وعند الاعتدال الخريفي الشمس في الميزان والقمر عند الاستقبال في الحمل ويشرق عند غياب الشمس وكذا في الليلة التالية ولو تقدم ١٣° في فلكه فثمة ميل فلكه على الافق يختلف قليلاً في وقت الطلوع بين ليلة واخرى وممكناً ٧ او ٨ ايام وهذه الرؤية سميت في الشمال قمر الحصاد وهو يتضح ايضاً من شكل ٨٠

ارسم دائرة الحركة اليومية ف س ف ر (شكل ٨٠) فيقتضي للقمر في الليلة التالية ان يمر

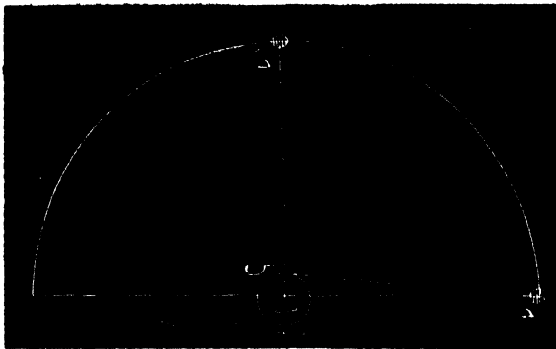
على س ر ن قبل ان يشرق وذلك في $٥٦^{\circ} ٢'$ وس ن على اقله متى كانت س زن على اقلها اذا
فُرض زن فمضى كانت الشمس في الميزان اي عند الاعتدال الخريفي يكون القمر في الحمل عند
الاستقبال فيلاحظ امر شروقه اكثر ما يلاحظ في وقت آخر مع ان هذه الروية تظهر من كل شهر
متى انتهى القمر الى برج الحمل . ثم لتكن ق زق فلك القمر ميلة
على دائرة البروج نحو ٩° فيمر على رن فقط في الليلة التالية
بعد وجوده في ز فيكون الاختلاف في شروقه بين ليلة واخرى
على اقل ما يمكن



شكل ٨٠

وبالعكس متى كان القمر في الميزان يكون على معظم الفرق
بين اوقات شروقه بين ليلة وليلة . وكل ما زاد العرض صغرت
الزاوية رزن فتصغر القوس رن فاذا صغرت حتى يمر على
رن في $٥٦^{\circ} ٢'$ اي فضلة اليوم النجدي والشمسي يشرق على ليلتين في نفس الساعة

ليكن خ ا خط الاستواء وم قطبة وح و الافق ود ب دائرة البروج ز نقطة الحمل
الاولى ثم في كل عرض شمالي متى كان الحمل في الشروق تكون دائرة البروج على اقل ميلها على
الافق وبما ان فلك القمر مائل قليلاً على دائرة البروج فلنحسبها اولاً واحدة ولتكن ز نقطة شروق
القمر في ليلة ما فبعد $٥٦^{\circ} ٢٣'$ تكون الارض قد دارت على محورها فترجع نقطة ز الى الافق
وفي تلك المدة قد تحرك القمر الى س



شكل ٨١

(٢١٦) متى كان القمر في سمت
الراس يكون اقرب الينا ما هو في الافق
بمقدار $\frac{1}{3}$ من بعده كما يتضح من شكل ٨١
فالبعد س د = ب د وب د = ب د
وهو اطول من س د بمقدار ب س =
نصف قطر الارض = $\frac{1}{3}$ من بعد القمر

فنظر القمر اذا قيس عند وصوله الى سمت الراس اكبر ما هو في الافق بمقدار $٣٠' = \frac{1}{3}$ من قطره
تقريباً وسبب ظهور البدر في الافق اكبر ما هو متى ارتفع عنه قد تقدم القول به

قطر القمر الظاهر وهو في الاوج $٢٣' ٢٠'' = ٢٠١٠'$

" " " " الحضيض $٢٩' ٢٠'' = ١٧٦٠'$

" " " " على معدل بعده $٢١' ٥٠'' = ١٨٦٥'$

(٢١٧) لسكان القمر ان كان فيه سكان يوم واحد كل شهر قانوني اي $\frac{1}{29}$ يوماً فيكون نهارهم ١٥ يوماً تقريباً وليهم كذلك فيحصل من ذلك تغير عظيم من شدة الحر الى شدة البرد خاصة في الاجزاء الاستوائية منه والسكان على الجانب الذي لا يجه نحو الارض لا يرى الارض البنية وآخر على الجانب الذي نحو الارض براها تتغير من هلال الى بدر ومن بدر الى هلال كما نرى نحن القمر في مدة ١٥ يوماً فمتى كان القمر في الاقتران يرى الارض بدرًا ومتى كان في الاستقبال نصير في المحاق وبعد ذلك قليلاً براها هلالاً وترايا له كأنها ثابتة في نقطة واحدة من السماء لان القمر يدور على محوره في نفس مدة دورانه حول الارض فالتغير في تباين ظاهره في مكان واحد مدة الليل القمري كولو

(٢١٨) ان سطح القمر سطح غير مستوي فيه سهول واسعة وجبال شامخة كما يتضح من النظر اليه بنظارة بين الهلال والبدر وبعد فُتِرى الخط الفاصل بين الجزء المنور والجزء المظلم غير مستقيم بسبب مروره على مرتفعات ومنخفضات وفي القسم المظلم نقط منورة هي رؤوس جبال يقع عليها نور الشمس قبل وقوعه على الاقسام السفلى (انظر الصورة الثالثة والرابعة)

ان كثيرين من علماء الهيئة من عصر جاليليو فنار لا رصدوا سطح القمر بواسطة نظارات مختلفة القوة ورسموا صورة ما شاهدوه على قرطاس منهم هيبيليوس. اشهر خارطة القمر سنة ١٦٤٧ والآب رمشولي من بولونيا طبع خارطة القمر سنة ١٦٥١ وهي دون خارطة هيبيليوس ونحو سنة ١٦٧٨ طبع دومنيكيوس كاسيني خارطة القمر قطرها ١٢ قدماً فرانسوا وبيا غيراته عين فيها اقساماً قليلة العدد بالنسبة الى قطرها. ثم صنع طويبا ماير خارطة للقمر جيدة جداً وجدت بين تركتو وطبع ١٧٧٥ اي ١٢ سنة بعد وفاته وبقيت تلك الخارطة وحدها للاعتماد عليها في تخطيط القمر حتى شرع بير وميدلر بعمل خارطتها سنة ١٨٢٠ واشهرها مع كتابها في القمر سنة ١٨٢٧ وعيناً فيه ٩١٩ محلاً وعلو ١٠٩٥ جبلاً والخارطة في هذا الكتاب مختصة عن خارطتها (انظر صورة ٢) والعلامة شملت مدبر مرصد اثينا قد صنع خارطات لبعض اقسام القمر على قطرها اقدام فرانسوا وبيا بناء ان يجمعها خارطة واحدة عند تمامها والدكتور ديري من نيوبورك اخذ فوتوكراف القمر سنة ١٨٤٠ وبين ١٨٥٠ و١٨٥٧ تصور القمر بالفوتوكرافها عدة مرات عن يد البادري سكي في روميا وارنولد في فرنسا ودلاربيو وهنيس وغيرها في انكلترا وافضل فوتوكرافات القمر هي شغل المعلم روثرفورد من نيوبورك من ١٨٦٥ فصاعداً

عند النظر الى القمر بنظارة تُرى ستة اشياء يحق لها الاعتبار (١) السهول الزرق المسماة سابقاً بجبالاً (٢) سلاسل جبال وتلول وشعوب (٣) كوؤوس جبال براكين منطفئة (٤) الوديان (٥) الشقوق

او الفزَر (١) الرحلات

(١) السهول الزرق المسماة سابقاً بجوراً لزعمهم انهم مجتمعات مياه ومع ان هذا الزعم قد بطل لم تنزل هذه التسمية وهي مزرقة اللون مرتفعة عن استواء سطح القمر مثل الصحاري والمفازات على سطح الارض وفي الغالب تحيطها جبال عالية وهذه اسماؤها بالاشارات الدالة عليها في الخارطة .

A . بحر الانواء	M . الخليج الاوسط
B . " هبولت	N . خليج الحر
C . " الزهرير	O . بحر الغيوب
D . بحيرة الموت	P . خليج قوس قزح
E . " النوم	Q . اوقيانس العواصف
F . اجمة النوم	R . خليج الندي
G . بحر الهدو	S . بحر الغيوم
H . " الرهو	T . " الرطوبات
I . اجمة الغيوم	V . " الرحيق
K . " الثانة	X . " الخصب
L . بحر الابخر	Z . " الجنوب

(٢) سلاسل جبال وهضاب . هي مختلفة الشكل منها طويلة ممتدة الى طول عظيم ومنها منفلطة ينقطعها وديان وشعَب ومنها هضاب متجمعة وفي بعض الاحال جبال منفردة طالعة من السهول وكل جبال القمر او عر على جانب واحد ما هي على الآخر مثل سلاسل الجبال على الارض وذلك دليل على انها قد ارتفعت عن استواء بقوة داخلية ناهضة الصفائح وتقلص القشرة المبردة عند جمودها

(٣) كوؤس البراكين . هي كثيرة جداً اكثر جبال القمر من هذا النوع وهي اما مرتفعة عن استواء سطح القمر واما منخفضة تحت استواء سطحه وفي وسط بعض الكوؤس تلؤل مخروطية الشكل مثل هيئة البراكين الارضية غير ان الكوؤس اكبر جداً من كوؤس البراكين الارضية وبعضها مثل سهول تحيطها جبال شامخة على شكل حلقة تُرى رؤوسها المنورة في القسم المظلم وكثيراً ما تشاهد الحلقة منورة بكاملها ووسطها ظلام حالك وتارة تُرى في ذلك الظلام الاوسط نقطة صغيرة نيرة هي راس المخروط المشار اليه صاعد من اسفل الكاس بصية نور الشمس وتلك الجبال يُرى ظلها ممتداً عنها نحو القسم المظلم والظل اطول او اقصر بالنسبة الى علو الجبل وارتفاع الشمس فوق افقها كما نرى على الارض وهيئة الحاضرة تدل على انها تكونت من هيجان براكين وسكونها مراراً عديدة على

التعاقب مع انه الآن لا اشارة الى بركان هاتج في القمر

(٤) الاودية في مثل الاودية الارضية منها كبيرة طويلة ومنها صغيرة قصيرة واقعة بين

الجبال والشواخ

(٥) اما الشقوق او الفزرق قد شوهد اكثر من ٥٠٠ منها وهي تقطع السهول والجبال وبعضها

يخفي على جانب سلسلة ثم يظهر على الجانب الآخر كانه مرتجتا على شكل دهليز ونسبها بعضهم الى

نقلص الفشة الحامية السطحية عندما بردت

(٦) اما الزحلات فهي مثل شقوق مسدودة كانه انشق سهل او جبل في وسطه وهبط قسم

بدون ان يبعد عن شقيقه فتكونت غيب وشواخ كما يرى في الجبال الارضية وما يخفي له الاعتبار

المخطوط البيض التي ترى في البدر خارجة مثل شعاع من عدة مراكز مثل الجبل المسمى نخبو براهي

وكويرنيكوس وكيلونير على سهول وجبال ووديان وشقوق على حدٍ سوى وقد عللوا عنها بآراء

كثيرة والاقرب انها شقوق في الفشة امتلأت مادة مصهورة من اسفل ثم بردت

بما ان النظارة الفلكية تفلج المراتب فحارطة القمر مصورة متقلبة عن هيئة الخارطات الارضية

اي شامها اسفلها وجنوبها اعلاها ويمينا شرقها ويسارها غربها فانقسمت الى اربعة ارباع (١) ربع

الشمال الغربي بين الغرب والشمال اي بين يسار الخارطة واسفلها (٢) ربع الشمال الشرقي بين اسفل

الخارطة ويمينا (٣) ربع الجنوب الشرقي اي بين اعلى الخارطة ويمينا (٤) ربع الجنوب الغربي بين

اعلى الخارطة ويسارها ولذا ذكر هنا اشهر المواضع المعينة على الخارطة على ترتيب هذه الارباع والاعداد

في المتن توافق الاعداد على الخارطة

الربع الاول الشمال الغربي

بحر الانواء A هو اول البقع الزرق التي تشرق عليها الشمس بعد الاقتران برّج جدياً خمسة

ايام بعد التوليد او ٢٠ ايام بعد البدر عندما يمر به الحد بين القسم المنور والقسم المظلم فتري ظل

بعض جباله على جانب الشمال الشرقي علو بعضها نحو ١٧٠٠٠ قدم وهذه البقعة طولها شرقاً وغرباً

٢٤٥ ميلاً ومن الشمال الى الجنوب نحو ٢٨٠ ميلاً. سطحها منخفض تحت مساواة سطح بحر الخصب

وبحر الهدو وفي السهل عدة براكين صغار اكبرها (٤) بيكارد. والى الشمال من هذا السهل

١٢) كليمبذس سهل محاط بجبال قطره ٧٨ ميلاً

٢٢) غوص سهل محاط بجبال طوله ١١٠ اميال في وسطه جبل عالي

٢٧) اندميون سهل محاط بجبال قطره ٧٨ ميلاً وعلو بعض الجبال المحيطة به ١٥٠٠٠

قدم. برّج جدياً ٢٠ ايام و ٧ ساعات بعد الاقتران او يومين و ٩ ساعات بعد الاستقبال

- (٢٨) ✓ اطلس عرضة ٥٥ ميلاً علو بعض رؤوسه ١١٠٠٠ قدم
- (٢٩) هر كولس او هر قلنس عرضة ٤٦ ميلاً هذا الزوج يرى خمسة اوسنة ايام بعد الاقتران
او ٢ ١/٢ ايام بعد الاستقبال
- بحر مبولدت (B) مساحة نحو نصف مساحة بحر الانواء وعلو بعض الرؤوس على المحيطه
١٦٠٠٠ قدم
- ✓ (٥١) جبل طوروس سلسلة عالية فيها
- ع (٥٢) ربومر كاس بركان عرضة ٢٦ ميلاً وعمقه ١١٦٠٠ قدم
- + (٥٤) بوسيدونيوس سهل محاط بجبال عرضة ٦٢ ميلاً
- ✓ (٥٨) جبل ارجيوس سلسلة قصيرة لما ظل مخروطي عند الشروق لاسباً عند شامق في
وجهه الشمالي الشرقي. يرى ٤ ايام ٢١ ساعة بعد الاقتران
- * (٥٩) مكروبيوس عرضة ٥٢ ميلاً منخفض نحو ١٢٠٠٠ قدم
- (٦٠) بروكوس ذو حلقة انور نطق القمر الا (١٤٨) تنفرع منه خطوط لامعة رؤيتها عسرة
- (٦١) افلينبوس حلقة فطرها ٢٢ ميلاً فيها هضاب كثيرة
- * (٧٠) منيلاوس كاس عمقه ٦٦٠٠ قدم حلقة نيرة جداً في البدر
- (٧٤) لئي اولناوس كاس صغير عميق يقتضي رصد لرغم البعض انهم شاهدوا فيه دلائل
تغير من وقت الى وقت
- ✓ (٧٥) جبل قاف سلسلة ذات رؤوس علو بعضها ١٨٠٠٠ او ١٦٠٠٠ قدم ظلوها حسنة
المنظر وكوؤس في مجاورتها نادرة
- (٧٧) افدوكسوس و (٧٨) ارستطاليس زوج حسن لا يران في البدر
- ✓ (٨٠) جبال اليا سلسلة طويلة علو بعض رؤوسها ١٤٠٠٠ قدم يخرقها واد مخروطي الشكل
طوله ٨٢ ميلاً عرضة بين ٢ ١/٢ و ٥ ١/٢ اميال علو جوانبه ١١٠٠٠ قدم ويقرب هذا الوادي مساحة
كثيرة الهضاب والتلال عد منها يبروميدلر ما بين ٧٠٠ و ٨٠٠
- ع (٨٢) ارستلس كاس عرضة ٢٤ ميلاً وعمقه ١١٠٠٠ قدم في وسطه جبل
- (٨٤) افنوليكس مثل (٨٢) او اصغر منه قليلاً
- ✓ (٨٥) جبال اينين سلسلة طولها نحو ٤٦ ميلاً جانبها الجنوبي الغربي يرتفع تدريجاً وجانبها
الشمالي الشرقي يهبط بفتة فيرمي ظلاً طوله ٨٢ ميلاً و اعلى رؤوسها (٩٠)
- ع (٩٠) هيو جنس ارتفاعه ١٦٠٠٠ قدم وفيه عدة رؤوس منها (٨٧) هادلي ارتفاعه

١٥٠٠٠ قدم و (٨٩) برادي ١٢٠٠٠ قدم و (٩٢) ولف ١١٠٠٠ قدم برى نحو الربع الأول
 (٩٢) هيجينوس فيه شق عميق سمي شق هيجينوس واقع في بحر الابحنة (L) طوله نحو ١٠٦
 اميال . حكي بعضهم باختلاف الوان في ذلك القسم من وقت الى وقت والى غرب شق اريادبوس
 طوله نحو ١٧٥ ميلاً

٥ (٩٥) منليوس كاس فطره ٢٥ ميلاً عمقه ٧٧٠٠ حلقته ذات رؤوس كثيرة نيرة

* (٩٦) يوليوس قبصر (٩٨) بسكوفتش عيمان مظلمان

(٩٩) دبونيوس (١٠١) سيلبر شلاغ حلقتان نيرتان

٥ (١٠٤) ريتيكوس كاس غير منتظم واقع على خط القمر الاستوائي تماماً وهو على الطرف
 الجنوبي الغربي من الخليج الاوسط (M) فقد تكون الشمس والقمر في سمت الراس له

الربع الثاني ربع الشمال الشرقي

٥ (١٠٦) شربوتر كاس حلقته غير نامة وهو في قسم سهوله نيرة واوديته مزرقه

٥ (١١٠) ارانوسنس عرضه ٢٧ ميلاً

٥ (١١١) ستادبوس عرضه ٤٢ ميلاً تصل بينها سلسله ارتفاعها ٤٥٠٠ قدم

٥ (١١٢) كوبرنيكوس كاس من اكبر كؤوس القمر عرضه ٥٦ ميلاً في وسطه جبل علوه

٢٤٠٠ قدم وعلى حلقته رؤوس علو بعضها ١٢٥٠٠ قدم وبين (١١٠) و (١١٢) ٦١ كاساً صغيراً
 واضحة وبعضهم قد عد فيه ٢٠٠ كاس . ينبغي ان يفتش عليها والشمس مشرقه على الجانب الشرقي
 من (١١٢)

٥ (١١٧) طوبيا ماير كاس عمقه ٩٧٠٠ قدم

(١١٨) مليخبوس نير في البدر

٥ (١٢٠) ارخميدس سهل محاط بجبال فطره ٦٠ ميلاً ارضه منخفضة ٦٥٠ قدماً

٥ (١٢٢) افلاطون سهل ازرق محاط بجبال عرضه نحو ٦٠ ميلاً على الجانب الشمالي من

بحر الغيوث (O) حكي بعضهم بتغير لون ارضه من وقت الى وقت .

٥ خليج فوس قزح P هو نصف دائرة سهل محاط برؤوس شاحنة مادة الى السهل بينها نحو
 ١٤٠ ميلاً ومن اعلى رؤوسه

(١٢٩) شارب ارتفاعه ١٥٠٠٠ قدم

* (١٤٤) كبلر فطره نحو ٢٢ ميلاً منخفض نحو ١٠٠٠٠ قدم تنفرع منه خطوط مثل

كوبرنيكوس

- (١٤٨) ارسترخوس انوركووس القمر قطر حلقة ٢٨ ميلاً وارتفاعه على الجانب الغربي ٧٥٠٠ قدم . جهة الشرق ينحدر الى ان يصير بقعة موصلة بينه وبين
- + (١٤٩) هيرودوتوس كاس اصغر واوعر منه
- (٤٩٠) ٤٥ ميلاً الى غربي شمال الغرب عن هيرودوتوس عدة جبال صغار بصيها النور نحو ٢ ايام بعد الربع الاول فتبشر بقرب النور الى الجبلين المذكورين فسميت جبال البشارة
- + (١٥٤) هيثيليوس سهل محاط بجبال قطر نحو ٧٠ ميلاً
- (١٦٨) انكساغوروس عرضة ٢١ ميلاً وهو مركز خطوط
- + (١٧٦) فيثاغوروس سهل عميق منخفض على جانب الجنوب الشرقي منه نحو ١٧٠٠٠ قدم

الربع الثالث ربع الجنوب الشرقي

- + (١٨٠) نخبو براهي اوضح كووس القمر يرى في البدر بالنظر المجرد قطر ٥٤ ميلاً وعمقه نحو ١٦٦٠٠ قدم والمخروط في وسطه ارتفاعه ٥٠٠٠ قدم يرى بقرب الحد يوماً او يومين بعد الربع الاول وفي جواره كووس وهضاب كثيرة صغار وهو مركز خطوط كثيرة تنفرع منه مثل شعاع
- + (١٨٧) مسبودوس في شرقيو شق في بحر الغيوم (S)
- + (١٨٩) شيخوس كاس في سهل مرتفع منخفض ٩٠٠٠ قدم عما حوله . يظن انه قد تغير بفعل بركاني منذ سنة ١٧٩٢
- (١٩٢) لونجو متانوس حلقة قطرها ٩٠ ميلاً وعميقة وعلى حائطه الغربي راس ارتفاعه ١٥٠٠٠ قدم تقريباً
- + (١٩٣) كلافيوس من اكبر كووس القمر عرضة ١٤٢ ميلاً محيطه رؤوس يبلغ علو بعضها ١٧٠٠٠ قدم وعلى هذه الحلقة نحو ٩٠ كاساً واسفلها منخفض ٢٣٠٠٠ قدم اذا قيس من الراس المذكور

- + (١٩٥) ماجينوس منخفض ٤٠٠٠ قدم يرى بعد الربع الاول قليلاً ولا يرى في البدر مطلقاً
- (١٩٨) نصير الدين يرى بقرب الربع الاول ومنه الى الشمال سلسلة كووس هاجن القمر

الاولى وهي

- + (٢٠٠) ولتيوس ذورووس عالية على محيطه
- + (٢٠٢) بورباخ عمقه نحو ٧٥٠٠ قدم
- + (٢٠٢) ثابت عرضة ٢٢ ميلاً الى الشرق منه ما يشبه حائط مبني سقي الحائط الجالس

على طرفه الشمالي كاس صغير وطرفه الجنوبي فروع مثل قرني غزال . بُرَى بومًا او بومين بعد
الربع الأول

✱ (٢٠٤) ارزاخ عرضة ٦٥ ميلًا وعلوراس منه ١٢٦٠٠ قدم
✱ (٢٠٥) اليراجيوس عمقه على الجانب الغربي ١٢٠٠٠ قدم فلا يخلو من ظل غير خمسة
اوسنة ايام كل شهر

٥ (٢٠٧) الفنسوس عرضة ٨٢ ميلًا وفي وسطو راس ارتفاعه ٢٩٠٠ قدم
٤ (٢٠٨) بطلميوس عرضة ١١٥ ميلًا ارتفاع بعض محيطه ١٢٨٠٠ قدم وفي وسطه نحو
٤٦ كاسًا

٥ (٢١٤) بليالديس عرضة ٢٨ ميلًا عمقه ٩٠٠ قدم وهو في وسط عدة كؤوس اصغر منه
٥ (٢٢١) افليديس واحد من الكؤوس التسعة المحاطة بمادة متورة اربعة منها بقرب
(٢٢٢) لاندسبرج قطر حلقته ٢٨ ميلًا وارتفاع بعض رؤوسه ٩٧٠٠ قدم
+ (٢٢٢) كاسندي سهل محاط بجبال عرضة ٥٥ ميلًا وبعض رؤوسه مرتفع ٩٦٠٠ قدم
فوق استواء بحر الرطوبات T

+ (٢٢٩) شكاردي سهل كبير محيطه نحو ٤٦٠ ميلًا بُرَى ٥ او ٦ ايام بعد الربع الأول
— (٢٤٦) جبال دورفل تُرى بقرب حافة القمر ارتفاعها بين ٢٥٠٠٠ و ٢٦٠٠٠ قدم
— (٢٥٦) نيوتون كاس غير منتظم طوله نحو ١٤٢ ميلًا وعرضه ٧٠ ميلًا وهو اعنى الكؤوس
وارتفاع اعلى رؤوسه فوق اسفل الكاس ٢٢٩٠٠ قدم
— (٢٥٩) جبال ليبنتز على حافة القمر الجنوبي

٥ (٢٧٢) كرمالدي الجنوبي من سلسلة كؤوس بقرب الهاجرة الاولى طوله ١٤٧ ميلًا وعرضه
١٢٩ ميلًا اظلم كؤوس القمر من داخل
(٢٧٤) جبال كودلس

— (٢٧٥) جبال دي لامبرت سلسلتان معدل ارتفاعها ٢٠٠٠ قدم

الربع الرابع ربع الجنوب الغربي

(٢٨٨) هبارخوس عرضة ٩٢ ميلًا

+ (٢٨٩) البناني سهل محاط بجبال عرضة ٦٤ ميلًا والجبال المحيطة عرضها بين ١٤ و ١٨
ميلًا هيبتها كأنها قد تخطت بتفرعات بركانية وفي الشمال الشرقي منه راس ارتفاعه ١٥٠٠٠ قدم

يرى نحو ١٠ ساعات قبل الربع الأول

- (٢٩٥) ورنر ارتفاع حلقته ١٢٠٠٠ قدم وفي شرقه راس ارتفاعه ١٦٥٠٠ قدم
- (٢٠٥) ابو الفداء نسبة الى ابي الفداء الحموي
- (٢٠٦) والمانون متصلان بسلسلة كوئوس صغار
- * (٢١٠) ابن عزرا منخفض ١٤٥٠٠ قدم
- (٢١٥) جبال الثاي سلسلة طويلة ارتفاعها نحو ١٢٠٠٠ قدم
- (٢١٩) ثاوفيلس قطر ٦٤ ميلاً وهو اعنى الكوئوس بين اعلى حلقته واستواء ارضه ما بين ١٤٠٠٠ و ١٨٠٠٠ قدم وارتفاع المخروط في وسطه ٥٢٠٠ قدم
- (٢٢٠) كيرلس يشبه ثاوفيلس
- (٢٢١) كاترينا اكبر الثلاثة عمقه ١٦٠٠٠ قدم ترى هذه السلسلة نحوه ايام بعد الاقتران
- (٢٢٧) مسيهر كاسان صغيران يمتد منها شرقاً خطان غريباً الهيئة مثل ذنب نجم
- ذئ ذنب

- (٢٢١) جبال برنات ارتفاعها ١٢٠٠٠ قدم
- (٢٢٧) بورداراس من رؤوس يرتفع دفعة واحدة ١١٠٠٠ قدم
- + (٢٢٨) لانكرينوس ارتفاع حلقته ٩٦٠٠ قدم والجنوب الشرقي يبلغ ١٥٠٠٠ قدم وارتفاع
- جبله الاوسط ٥٨٠٠ قدم
- (٢٢٩) قندلينوس اصغر من (٢٢٨) قليلاً
- + (٢٤٠) پنائوس ارتفاع محيطه على الجانب الشرقي ١١٠٠٠ قدم
- (٢٤٥) فورنيرنوس الى الجنوب من (٢٤٠)
- + (٢٤٧) كاستندر الى الشمال الغربي منه اذا وافق القابل يرى سهل وسيع بقرب احافة

القمر وهو

- (٤٢٤) بحر سميث نسبة الى الاميرال سميث واحد من فحول علماء الهيئة
- (٢٥٢) جبال ولهم هبولدت على حافة القمر ارتفاعها ١٦٠٠٠ قدم
- (٢٥٨) ماوروليكوس سهل محاط بجبال ارتفاع بعضها ١٨٠٠٠ قدم يرى بقرب الربع

الأول

- (٢٧١) بيكولوميني قطر حلقته ٥٧ ميلاً
- (٢٧٥) رينجباخ الى الشرق منه (٢٧٢) نياندر

٢ (٢٧٦) رقبنا بينها وادٍ عظيم

٣ (٢٧٧) فراونهوفر على جانبه الغربي وادٍ عرضه ٧ اميال وطوله نحو ٢١٢ ميلاً

٤ (٢٨٥) ستيهيل من اعنى الحلقات المزدوجة عمقه ١٢٠٠٠ قدم

• ولا يسعنا المقام ذكر كل ما قد نعين من جبال وكووس وسلاسل ووديان في قمرنا

(٢٣٠) حرارة القمر. القمر يرسل من حرارته نحو الارض على طريقتين (١) بالانعكاس اي

تنعكس عنه شعاع الشمس (٢) بالاشعاع اي يحى القمر تحت حرارة الشمس ثم تُشع منه حرارة كما من

جسم آخر والتميز بين هذين النوعين سهل لان الحرارة المنعكسة كيفيتها الحرارة الشمسية فتنفذ

في نفس المواد التي تنفذ فيها حرارة الشمس اي الزجاج والهواء الرطب الخ الممانعة نفوذ حرارة دون

حرارة الشمس درجة وبعد امتحانات شتى بواسطة ثرموبيل ملوني نحقق ان الحرارة الواصلة الى

الارض من القمر شئ لا زهيد جداً لا يستحق الذكر وقد حسبها بعضهم تعدل حرارة شمعة على بعد

$\frac{1}{7}$ اقدام وهي حرارة منعكسة

اما الحرارة التي تنالها القمر من الشمس في مدة ١٥ يوماً فتبلغ نحو ٥٠٠ فارنهيت وما لا يصبها

القمر بل يعكسها نحو الارض نمص الكرة الهوائية حتى لا ينتهي منها الى الارض الا ما تقدم ذكره

خط القمر الاستوائي مائل على دائرة البروج $\frac{1}{4}$ كما تقدم فلا يكون في القمر فصول ومن

بطوره حركته على محوره بطول النهار والليل فيشتد الحر والبرد جداً

(٢٣١) رؤية الارض من القمر. رؤية جرم هي بالنسبة الى قطره فروية الارض من القمر

$3\frac{1}{2}$ مرات رؤية القمر من الارض والمساحة ١٢ مرة مساحة القمر منظوراً اليه من الارض ومن

شكل ٧٧ يتضح ايضاً ان الارض عند القمر يتقل من هلال الى بدر ومن بدر الى هلال فتى كان

القمر في الاقتران يكون نصف الارض المنور بالشمس متجهاً نحو القمر فيرى بدرًا ومتى كان القمر في

الاستقبال تكون الارض في الهاق

احياناً يرى القسم المظلم من القمر وهو هلال رؤية غير واضحة وذلك من انعكاس النور عن

الارض البو وهذا ايضاً مع الانكسار سبب رؤية القمر في الخسوف رؤية غير واضحة

الارض منظوراً اليها من القمر ليست لها حركة يومية من طلوع وغياب مثل سائر الاجرام

الساوية بل تبقى في محل واحد من السماء وذلك لان حركة القمر حول الارض ودورانه على محوره

لها مدة واحدة فالناظر من وسط قرص القمر يرى الارض في سمت الراس ابداً والناظر على حافة

قرص القمر يرى الارض في افق ابداً غير ان التمايل يغير وضعها قليلاً

يرى كل سطح الارض من القمر مرة كل ٢٥ ساعة في النصف المتجه نحو الارض اما النصف

مثال ذلك . لاجل قياس ل ر (شكل ٨٤) اجعل شعرة المكرومتر غير المتحركة توازي اب وحرك الشعرة الاخرى من ل الى ر فيقاس بذلك رل او ارصد موضعاً بقرب ل على استقامة الخط ل ر وبه اضبط شعرة المكرومتر المتحركة واجعل شعرة المكرومتر الافقية على ل ر فلك وضع المكرومتر لتقيس به ل ر كالعادة



شكل ٨٤

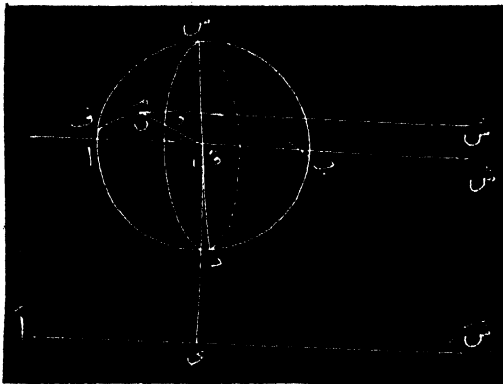
بالرصد وجد ل م او ل ر ٤٠° ٦٢' ٥" لجبل في ربع الجنوب الشرقي والتباين ٨° ١٢' ٥" و ١/٢ ق القمر ٢' ٦' ١٦" مطلوب علو الجبل جيب ٨° ١٢' ٥" = ٨١٧٨١٥١ فاقسم ٤٠° ٦٢' ٥" على ٨١٧٨١٥١ = ٤٨' ٤٥" الزاوية التي تقابلها ل م لو نظرنا اليه عمودياً فلنا ١/٢ ق القمر ٢' ٦' ١٦" : ٤٨' ٤٥" :: ١٠٨٠٠٥٠ ميلاً (اي اميال في ١/٢ ق القمر) : ل م = ٥٤' ٢٨" ميلاً

$$\text{ثم } ١٠٨٠٠٥٠ + ٥٤' ٢٨" = \text{س م} = ١٠٨١' ٨٦"$$

$$\text{اطرح } ١٠٨٠٠٥٠$$

$$\text{ف م} = ١' ٣٦" \text{ ميل}$$

طريقة اخرى . ليكن (شكل ٨٥) ق مركز القمر م مركز الارض ش مركز الشمس واس ب د



شكل ٨٥

قطع القمر قطعاً عمودياً على ي ق وليكن د وس قطعاً آخر عمودياً على ق ش فيكون القسم من القمر المنور المنظور من الارض القسم الواقع بين س ب د و ملقى د وس على القطع اس ب د . وليكن م راس جبل اصابته شعاع الشمس الماسة السطح عند و وب وف قوس دائرة عظيمة على السطح سطحها مار براس

الجبل ومركز القمر ومركز الشمس ون نقطة تقاطع هذه القوس والخط ق م من راس الجبل الى مركز القمر ثم لنفرض

$$\frac{١}{٢} ق = ق ن = \text{نصف قطر القمر}$$

$$ب = ف س و = ي ق ا = \text{زاوية التباين الخارجية}$$

$$ي = و م = \text{بعد مرعن و}$$

$$ك = ن م = \text{ارتفاع الجبل}$$

ل = ملقي على سطح اس ب د
الشعة ش وم عمودية على القطع د وس فهي مائلة على القطع اس ب د وميلها = مم
ف س و = ٩٠ - ب

$$ل = ي \times ن ج (ب - ٩٠) = ي \times ج ب$$

$$\frac{ل}{ج ب} = ي$$

$$وايضاً ي = ك (٢ ق + ك)$$

$$\text{بالمساواة } ك (٢ ق + ك) = \frac{ل}{ج ب}$$

وبترك ك لصغر بالنسبة الى ٢ ق

$$ك = \frac{ل}{٢ ق} \times \frac{١}{ج ب} = ن قاطع ب \quad (٥٢)$$

يقاس ل بالمكرومتراي بعد راس الجبل عن الحد المنور

يبلغ ارتفاع بعض جبال القمر ٢٢٠٠٠ قدم

(٢٢٠) القمر خال من كنه هوائية ومن ماء ومن بخار الماء كما يتضح من عدم انحراف نجم من

موضعه الحقيقي بالانكسار اذا اخفى وراء القمر كما يحدث مراراً كثيرة



شكل ١٦

ليكن اب (شكل ١٦) حد سطح القمر وس د حد كنه الهواء المحيطة به فحسب قواعد النور
تخرف الشعاع الآتية من نجم عند ن نحو العمودي والناظر عند ي يرى النجم الى جهة ي ن فيكون
قد اخفى وراء القمر ولا يزال ظاهراً وعند خروجه من وراء القمر على الجانب الآخر يكون قد خرج
بالظاهر وهو بالحقيقة باق خلفه فيقتصر بذلك من الاختفاء عما يجب باعتبار قطر القمر فضلاً عن
تخفيف نوره عند مرور الشعاع منه في الكنه الهوائية ولا يحدث شيء من ذلك مطلقاً

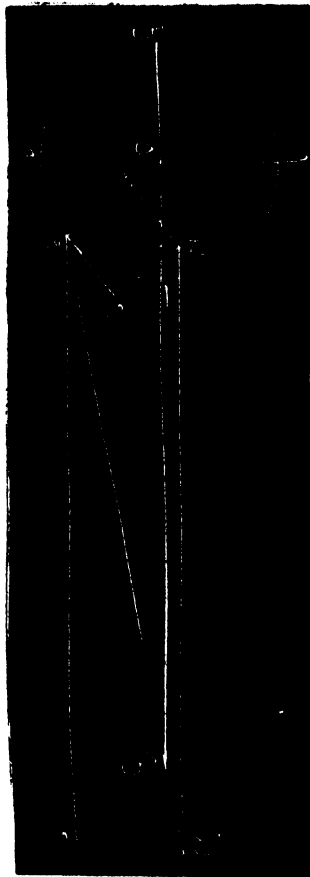
لو كان للقمر هواء كثافته مثل كثافة هوائنا على مساواة سطح البحر لما اخفى النجم مطلقاً لانه كما
رأينا سابقاً الشمس في الافق تُرْفَع بالانكسار ٢٤' وقطرها ٢١' و١٢ ق القمر ١٦' فكان النجم يخرف
٢٤' عند احتجابها و٢٤' عند خروجه اي ٦٨' فكان يظهر مثل حلقة نيرة حول قرص القمر

المظلم . ويتضح ذلك بتغطية بلورة نظارة الآ حلقته منها وترع القطعة العينية ثم اذا توجهت الى نجم وأمرت عليه ندرجياً بصبر نوره أولاً قوساً ثم حلقه ثامة

الفصل السادس

في اضطراب حركات القمر

(٢٢١) فلك القمر ليس دائرة حقيقية ولحركاته اضطرابات كثيرة يقتضي معرفتها لكي نستطيع ان نحسب موقع القمر في وقت مفروض ولا يسعنا المقام تفصيل كلها بل نذكر اعظمها فقط



(٢٢٢) من علل هذه الاضطرابات جاذبية الشمس فلو كانت الشمس ابعد كثيراً مما هي عن الارض والقمر لفعلت بالقمر والارض على التساوي ولم يحصل منها اضطراب وبما انها ٤٠٠ مرة ابعد من بعد القمر فلجاذبيتها فعل ظاهر بتغيير حركة القمر

فمضى كان القمر بالاقتران تزيد جاذبية الشمس له على جاذبية الارض له على نسبة ٤٠٠ : ٣٩٩ فيقل عطف القمر نحو الارض ومتى كان القمر في الاستقبال تجذب الشمس الارض اكثر مما تجذب القمر على هذه النسبة نفسها فيخف عطف القمر نحو الارض ايضاً ومتى كان القمر في الترييع تجذب الشمس على خط مائل قليلاً على خط جاذبية الارض له فاذا انحلت قوة جاذبيتها برى ان بعضها فاعل لزيادة عطف القمر نحو الارض . وقد حسب التقليل عند الاقتران والاستقبال $\frac{1}{48}$ من الكل والزيادة عند الترييع $\frac{1}{48}$ من الكل وفضلها $\frac{1}{36}$ اي عطف القمر نحو الارض بقل بجاذبية الشمس له $\frac{1}{36}$ من كلو فيدور في فلك اوسع مما كان لولا ذلك

شكل ٨٧

(٢٢٣) ليكن ا ب س د (شكل ٨٧) فلك القمر وي

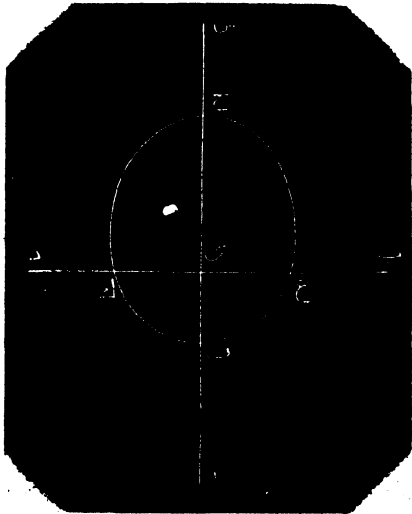
الارض وليكن الشمس عند ض والقمر عند م وليكن ي ض مناسباً لجاذبية الشمس للارض ثم حسب فلسفة ض م : ض ي : ض ي : ض ي = جاذبية الشمس على م الى جهة م ض . اجعل

م غ = $\frac{2}{3}$ م ف يعدل ي ض وبوازيه وتم الشكل م ف غ ح وحل قوة م غ الى م ف م ح ثم يجيء ان القسم م ف = ي ض وبوازيه اي يعدل جاذبية الشمس للارض وهما الى جهة واحدة فلا اضطراب منه اما القوة المغيرة حركة م وي بنسبة احدها الى الآخر فهي القسم م ح وهذا الخط يختلف وضعاً وطولاً باختلاف موقع م وعلى كل حال ينحل الى ما يفعل ماسياً وما يفعل قطرياً. ارس م و ماساً لفلك القمر وي م بين الارض والقمر فينحل م ح الى قوة قطرية م ر تزيد عطف القمر نحو الارض او تنقله وم و قوة ماسية تسرع حركة القمر وتؤخرها. في هذا الرسم وضع م ح بحيث يزيد م ر عطف القمر نحو الارض وم و يسرع الحركة. عند التربع يفعل م ر نحو ي وعند الاقتران والاستقبال تجذب عن ي وم و في الربع د ا وب س يسرع الحركة وفي ا ب وس د يؤخرها

(٢٢٤) بسبب اضطرابات حركة القمر لا يستعمل موقعه الحقيقي إلا باصلاحه لاجل هذه الاضطرابات بواسطة معادلاتها ومنها

اولاً معادلة المركز كما تقدم من جهة الشمس اي الفرق بين فلك القمر ودائرة حقيقية ومعظم هذه المعادلة $17' 12''$ للقمر وهي للشمس اقل من $2''$

(٢) الثانية معادلة الاعتساف وهي معادلة اضطراب المبانة بواسطة جاذبية الشمس معظمها $20''$ وهي تقلل معادلة المركز في الاقتران والاستقبال وتزيد ما في التربيع الاول والرابع فتزيد طول القمر الاوسط او تنقله $20''$ كما تقدم حكى بها اولاً هيرخوس وكشفها بطليموس ومدتها ٢١ يوماً $19'' 30''$ وهي حادثة بالقوة م ر (شكل ١٧)



شكل ١٨

ليكن ف ح الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب للقمر (شكل ١٨) وي الارض ولنرض الشمس في جهة ا فيكون اس الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب والخطان متوافيان وانعطاف القمر نحو ي يقل عند ف

وح كما تقدم والتقليل عند ف اقل من التقليل في مكان آخر من فلكه لانه عند ف تكون الفضلة بين ا ي و ا ف على اقلها وعند ح تقلل اكثر من التقليل في مكان آخر من فلكه لان فضلة ا ي ا ح حيث تد على معظمها فتبعد ف عن ي اقل وتبعد ح عن ي اكثر من سائر اجزاء فلك القمر وهكذا لو كانت الشمس في جهة س فني وافقت جهة الشمس الخط الموصل بين نقطة الرأس

والذنب تكون هليجية القمر على معظمها

ثم لنفرض الشمس في جهة د ا و ب اي ان الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب يمر بالتربيع فيزيد انعطاف القمر نحو الارض عند ف و ح كما هو الحال في التربيع ابداً غير ان هذا الانعطاف على اقله عند ف بسبب قلة ميل ف ب على ي ب وعند ح على معظمه بسبب زيادة ميل ح ب على ي ب فيكون ح ي بالنسبة الى ف ي اقل منه في وضع آخر فتكون الهليجية على اقلها اذا وافق الخط الموصل خط التربيعين

(٢) معادلة السرعة من قبل اختلاف سرعة حركة القمر معظمها ٢٢' ومدتها نصف دورة قانونية اي ١٤ يوماً و ١٨ ساعة وهي حادثة عن القوة المماسية و م (شكل ١٧) فمن د الى ا توافق حركة القمر فتسرعها ومن ا الى ب تؤخرها ومن ب الى س تسرعها ومن س الى د تؤخرها. كان يظن انها من ب الى س تتأخر بسبب جاذبية الشمس الى الوراء غير ان القوة المضطربة هي اضافية لا مطفئة اي من ب الى س تجذب الشمس القمر اقل مما تجذب الارض فالنتيجة كانتها لم تفعل بالارض بل دفعت القمر الى الجهة المتقابلة اي نحو س فيسرع القمر ويبطؤ على التعاقب بين تربيع وتربيع ومعظم الاختلاف عندما يكون على نحو ٢٥ من التربيع ب و د. نسب بعضهم كشف هذا الاضطراب الى نيخوبراهي وبعضهم الى اي الوفاء في القرن التاسع وهو الاضطراب الاول الذي علل عنه اسحق نيوتون بالجاذبية العامة

(٤) المعادلة السنوية اي اختلاف سرعة الارض في نقطة الرأس والذنب معظمها ١١' ١٠"

(٥) خامساً المعادلة الاختلافية علنها اختلاف جاذبية الشمس للقمر بين نقطة الرأس والذنب

معظمها ٢'

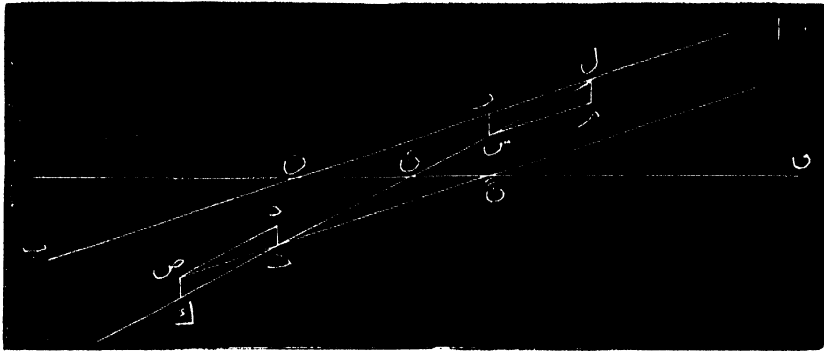
(١) المعادلة القرنية اي اسراع حركة القمر بتقليل هليجية فلك الارض المحادث منذ اقران متتابعة كما تقدم ومعظمها ١٠" كل ١٠٠ سنة. هذه المعادلة كشفها اولاً المعلم هالي من مقابلة كسوفات رصدتها الكلدانيون في بابل ق م ٧٢٠ و ٧١٩ مع كسوفات رصدها علماء العرب في القرن الثامن والتاسع. وقد كشف هانسن في هذه السنين الاخيرة معادلتين اخريين من قبل فعل الزهرة بالاستقامة وبغير استقامة في القمر

ومعادلات اخرى الى ٦٠ معادلة اكثرها صفار وبها يستعم موقع القمر بدون خطأ يزيد عن ٢"

(٢٢٥) المعادلتان ليستا ثابتتين بل تتقلدان من الشرق الى الغرب ١٩' ٢٥" كل سنة

فتعودان الى مكانها الاول في ١٨٦ سنة فان رصدنا النقطة التي فيها يقطع القمر دائرة البروج هذا الشهر وكان ذلك بقرب نجم ما فنجده في الشهر الآتي انه يقطعها الى غربي ذلك النجم فيقال ان

العقدتين تدبران على دائرة البروج وسبب ذلك جاذبية الشمس للقمر بالورب من قبل ميل فلك القمر على دائرة البروج
ليكن ق ن (شكل ١٩) قوساً من دائرة البروج و ا ب قوساً من فلك القمر والعقدة النازلة



شكل ١٩

عند ن فتي كان القمر عند ل تجذبه الشمس وهي في دائرة البروج على خط مائل على ق ن وتحل هذه الجاذبية الى قسم عمودي على ق ن وقسم يوازيه فليكن ل م القسم العمودي اتي يتحرك القمر بهذا القسم من جاذبية الشمس بينما يمر باستمراره على ل ر فيتحرك في ل س الذي يقطع دائرة البروج في ن ثم بعد مروره بالعقدة تحركه القسم المشار من جاذبية الشمس على ت د بينما يمر باستمراره على ت ك فيتحرك في ت ص وهو اذا اخرج يقطع دائرة البروج في ن فتتغير العقدة عند اقتراب القمر اليها وعند ذهابها منها

وهذا التغير يحدث اذا كان القمر في النصف من فلكه الاقرب الى الشمس وفي النصف الآخر تنعكس حركة العقدتين اي تتقدمان غير ان الاولى اكثر من الثانية فيدبران كما تقدم

(٢٢٦) الخط الموصل بين نقطة الاوج والمحضيض من فلك القمر يتقدم اي يتقل من الغرب الى الشرق والعلة كما تقدم في تقدم الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب للارض فجاذبية جسم خارج فلك سيارته هذا الفعل ابداً وهذا الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب للارض يتقدم قليلاً جداً كما ذكر اما في القمر فلشدة اضطرابه بسبب جاذبية الشمس يتقدم الخط الموصل بين الاوج والمحضيض ٢° كل شهر قمري ويدور دورانا كاملاً في نحو ٩ سنين

(٢٢٧) مدة دوران الشمس من احدي العقدتين الى ان تعود اليها ايضاً سُميت دورة النقطة القانونية وهي اقصر من السنة النجمية ومدتها ٣٤٦ ١/٢ يوماً تقريباً . لان العقدة تنتقل غرباً كل سنة ١٩' ٢٥'' كما تقدم فنصل اليها الشمس قبل تكميل دورتها الكاملة بالوقت اللازم لكي تمر على ١٩' ٢٥'' واذ تحرك الشمس كل يوم درجة تقريباً تكون مدة دوران النقطة ٣٦٥ - ١٩ = ٣٤٦ وبالتدقيق ٣٤٦ ٦١ ١٨٥١ يوماً والوقت من اقتران الى اقتران او من استقبال الى استقبال

= ٢٩' ٥٣٠٠٥٨٨٧ يوماً وفي ١٩ دورة للنقطة ٢٢٢ من هذه المدات تقريباً

$$\text{لان } ٦٥٨٥' ٧٨ = ١٩ \times ٣٤٦' ٦١٩٨٥١$$

$$\text{و } ٦٥٨٥' ٣٢ = ٢٢٢ \times ٢٩' ٥٣٠٠٥٨٨٧$$

فلو انتقلت الشمس والقمر معاً من احدى العقدتين فبعد عَوْدَةِ الشمس اليها ١٩ مرة
اي بعد ما تمر على تلك النقطة ١٩ مرة يكون القمر قد دار ٢٢٢ دورة قانونية فيلتقيان حيثئذ
عند تلك النقطة ثم تدور ايضاً كما تقدم واذ كان حدوث الخسوف والكسوف متعلقاً بنسبة الارض
والقمر والشمس الى احدى هاتين النقطتين فيعودان على ترتيب واحد تقريباً . فعودة الشمس
الى العقد بعد ١٩ دورة قانونية اي في ١٨ سنة و ١٠ ايام او ١١ يوماً قد سُميت مدتها عند
القدماء مدة صاروس وعلى موجبها كان الكلدانيون وغيرهم من القدماء يحسبون الخسوف والكسوف
للمستقبل لانه ان عُرِفَ المدة ١٨ سنة يُعرف وقت وقوعها ايضاً باضافة ١٨ سنة و ١٠ ايام الى ذلك
الوقت او ١٨ سنة و ١١ يوماً كما سيأتي

(٢٢٨) قد وجد واحد من القدماء اسمه ميتون ان القمر يدور ٢٣٥ دورة قانونية في ١٩
سنة اعتدالية فيقع الاقتران والاستقبال في وقت واحد في مدة كل ٩ اسنة اي ان وقع الاقتران في اليوم
الخمس من الدور مثلاً يقع في ذلك اليوم نفسه بعد ٩ اسنة واهل اثينا اعتمدوا على هذا الحساب لتعيين
الاعبياد والملاعيب وهلم جرا ق م ٤٣٢ والاعداد الدالة على هذه السنين كُتبت باحرف ذهبية على
حيطان هيكلي مبنين في اثينا فسميت الاعداد الذهبية فالعدد الذهبي هو العدد الدال على السنة
من دور ميتون فالعدد الذهبي لسنة ١٨٧١ هو ١٠ ولسنة ١٨٧٢ هو ١١ ولسنة ٧٢ = ١٢ ولسنة
٧٤ = ١٣ وهلم جرا

ان ١٩ سنة شمسية تقصر عن ٢٣٥ شهراً قمرياً بمقدار ٢' ٤" ٣٣ فتعود اوجه القمر في الايام
التي حدثت عليها قبل المدة ١٩ غير انها تناخر ٢' ٤" ٣٣

السنة الشمسية نارة ٣٦٥ يوماً ونارة ٣٦٦ يوماً كما تقدم ذكره ودور ١٩ سنة اعتيادية ليس على
طول واحد دائماً لانه قد تكون في ٤ سنين كيسة وقد تكون في ٥ سنين كيسة اي نارة ٦٩٤٠
يوماً واخرى ٦٩٣٩ يوماً فنارة يزيد عن ١٩ سنة فلكية ربع يوم تقريباً واخرى بقصر عن ١٩ سنة
فلكية اكثر من ٤ يوم فاذا اعتمد على ٤ ادوار كل دور ١٩ سنة اعتيادية يزيد ثلاثة منها عن السنة
الاخيرة الفلكية اقل من ربع يوم والرابع يقصر من تلك السنة الفلكية نحو ٤ يوم ومجمل الادوار الاربعة
(كل دور ١٩ سنة اعتيادية) يعادل اربعة ادوار كل دور ١٩ سنة فلكية وهذا الدوراي ١٩ X ٤
= ٧٦ سني دور كليوس

ولاجل الحساب الكنائسي يوم قمر وهي دائري في فلك القمر الحقيقي بحيث تتفق اوجته في دور ١٩ سنة اعني ادية كما تتفق اوجه القمر الحقيقي في دور ١٩ سنة فلكية فسمي القمر الكنائسي وعمر القمر الكنائسي في اليوم الاول من السنة هو زيادة السنة الشمسية على القمرية وهذه الزيادة سميت الانافة فاذا عُرِف عمر القمر في أول يوم من السنة اي الانافة للسنة الاولى من دور مبنون نُعرف لكل سنة منه وبما ان دور مبنون ابتداء الحساب منه في ١٦ تموز سنة ٤٢٢ ق م ٧ و ٤٣ ب ظ فيكون اتفاق الانافة والدور على هذا النسق

سنة الدور ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩

الانافة ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨

الاحرف الاحدية - قد جرت العادة ان نتعين ايام الاسبوع بواسطة حرف من الاحرف الرومانية ونوضع A لليوم الاول من السنة اي

G F E D C B A

٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١

فاذا كان اول السنة يوم الاحد يكون الحرف الاحدي A واذا كان الثلاثاء اول السنة يكون F الحرف الاحدي واذا كان الاربعاء اول السنة يكون E الحرف الاحدي وسوف اذكر كيفية استعمال الحرف الاحدي والانافة وفائدة ذلك لمعرفة مواقيت بعض الاعياد في فصل مضاف الى آخر هذا المؤلف ان شاء الله لان كل ذلك من التلائل والمشايرات الاكبركية التي لا نستحق الالتفات اليها في هذا السياق

(٢٢٩) هذه بعض اضطرابات حركات القمر والمعادلات لاصلاح حساب موقعها وهي

مدونة في الزيجات ومنها ما يقتضي طرحها ومنها اضافتها وهو عمل طويل مل من جمع وطرح وضرب وفي ادق الزيجات ما ينوف عن ٦٠ معادلة لاصلاح حساب موقع القمر وهذا العمل الطويل نغنيينا عنه الجداول السنوية المطبوعة المعروفة بالمتهاج

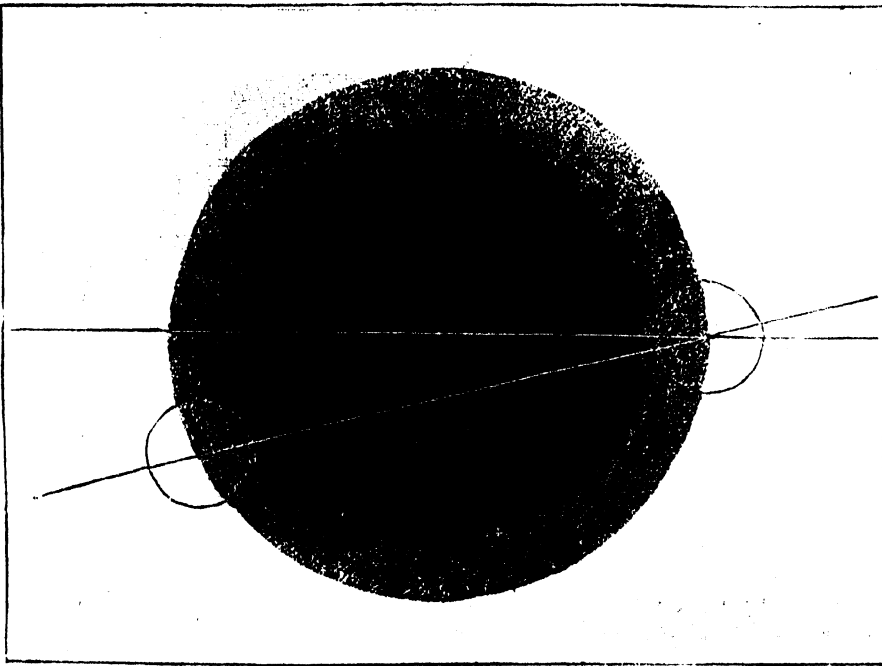
(٢٣٠) اضطرابات حركات القمر تُقسم الى قسمين الاول اضطرابات مدة قصبة مثل

الاعنساف واختلاف سرعة حركته بين الاقتران والاستقبال والتريعين لانها تحدث في كل مدة قصبة والثاني اضطرابات دورية اي التي تحدث في مدات بعيدة منها المعادلة الدورية المذكورة انفا

الفصل السابع

في الكسوف والخسوف

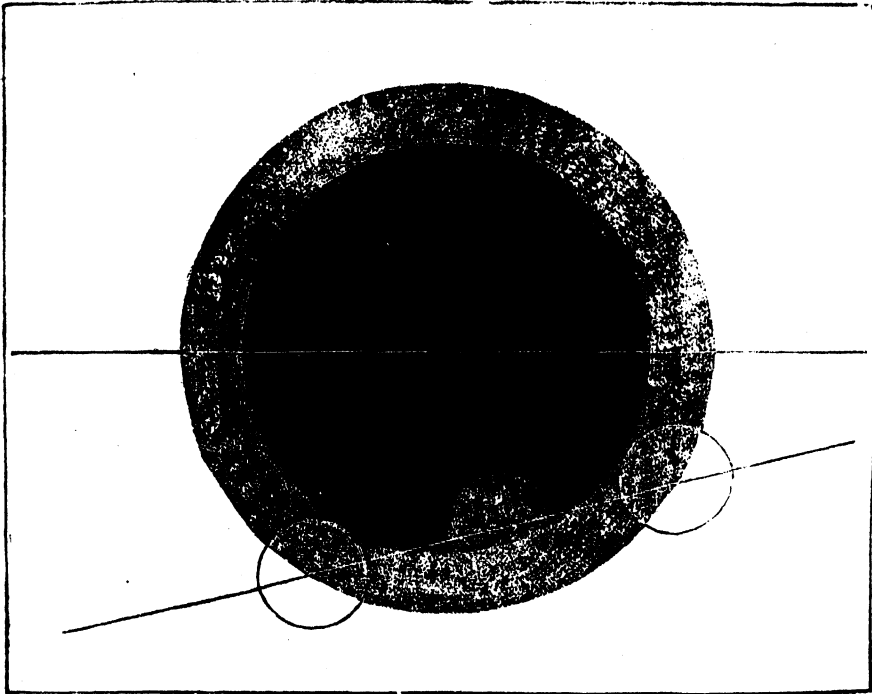
(٢٢١) ينخسف القمر عندما يقع في ظل الأرض وتتكسف الشمس عندما يتوسط القمر بينها وبين الأرض فيقع ظل القمر على الأرض فلا يمكن ان يحدث خسوف الا عند الاستقبال ولا كسوف الا عند الاقتران ولو كان فلك القمر وفلك الأرض في سطح واحد لحدث كسوف عند كل اقتران وخسوف عند كل استقبال لو قوع ظل الأرض والقمر في سطح واحد وهو سطح فلكها وكلا الظلين



شكل ٩٠ خسوف كامل

اطول من بعد القمر عن الأرض وقد تقدم ان فلك القمر مائل على فلك الأرض نحو 5° فبني كان القمر متوسطاً بين العقدتين يكون ميل مركزه 5° عن محور ظل الأرض الذي هو في دائرة البروج ابناً ومعظم نصف قطر هذا الظل على بعد القمر $= \frac{1}{2}$ فقط كما ستعلم ونصف قطر القمر $= \frac{1}{2}$ تقريباً فلا يطبق احدهما على الآخر ولا يدخل احدهما في ظل الآخر الا متى كانت الشمس وقت الاقتران عند او بقرب احدى العقدتين للقمر ويدوران الشمس في دائرة البروج تقع كل سنة في كل نقطة من تلك الدائرة فند يتفق وقوع الاقتران والاستقبال في كل جزء من تلك الدائرة وان بقعا متى

كانت الشمس تجاه العقدة الصاعدة والنازلة او متى كانت بينها وبينها ٩٠° او في اية نقطة كانت بين هذين الموضعين والشمس تمر بالعقدتين في نقطتين متقابلتين من دائرة البروج اي في فصول متقابلة من فصول السنة او شهور متقابلة فلذلك نرى غالباً خسوفات وكسوفات تحدث في شهور متقابلة اي ان حدث خسوف او كسوف في كانون الثاني مثلاً ننتظر وقوعه ايضاً في تموز وان حدث في اذار ننتظره ايضاً في ايلول وسميت هذه الشهور المتقابلة شهور العقدتين وبسبب تقهرها كما تقدم تتغير هذه الاشهر من سنة الى سنة



شكل ٩١ خسوف جزئي

(٢٢٢) لو كان جرم الشمس يعدل جرم الارض لكان ظل الارض اسطوانة ولكونها اكبر من الارض كثيراً يكون ظل الارض مخروطاً فاعدته الارض ورأسه ومحوره في دائرة البروج ابداً والامر واضح ايضاً ان هذا الظل يطول اذا بعدت الشمس عن الارض ويقصر اذا قربت اليها وان هيئة الظل يتغير قليلاً بتسطيح الارض عند القطبتين وان القمر في الاستقبال نارة اقرب الى الارض واخرى ابعد عنها فمضى كان اقرب يعبر في قسم من الظل اعظم قطراً من القسم الذي يمر به وهو ابعد عنها

(٢٢٣) نصف زاوية مخروط ظل الارض يعدل قطر الشمس الظاهر الا اختلافها الافقي ليكن اش (شكل ٩٢) $\frac{1}{2}$ قطر الشمس ب ي $\frac{1}{2}$ قطر الارض ي س محور ظل الارض فنصف

زاوية مخروط الظل ا ب ي س ب = ا ي ش - ي ا ب و ا ي ش = نصف قطر الشمس
وي ا ب = اختلافها الافقي وهما معروفان فتُعرف منها الزاوية عند راس الظل والاختصاص
لنجعل $\frac{1}{2}$ قطر الشمس = ق واختلافها الافقي = خ فلنا



شكل ٩٣

ي س ب = ق - خ

وق = $16' 10''$

وخ = $8' 6''$

وق - خ = $10' 24''$ معدل نصف زاوية الظل

(٢٢٤) في المثلث ي س ب ذي قائمة عند ب لنا الزاوية ي س ب والضلع ي ب

فنستعلم منها ي س

جيب (ق - خ) : $\frac{1}{2}$ ق :: $89067 : 806270$ (٥٢)

اي معدل طول الظل وتغير هذه القيمة بالقلب كنغير $\frac{1}{2}$ قطر الشمس وبعد القمر = 228750

تقريباً فطول الظل $\frac{1}{2}$ امثال بعد القمر فيعبر في الظل في القسم الاعرض منه اي حيث يكون
قطر أكثر كثيراً مما يلزم ليحجب وجه القمر

(٢٢٥) لاجل استعمال قطر الظل عند معبر القمر في

ليكن م م منقطع الظل عند معبر القمر في وم مركز الدائرة الحادثة بالنقطع فالزاوية م ي م دالة على

نصف قطر الظل وهي = ب م ي - ب س ي وب م ي = اختلاف القمر الافقي وب س ي

= $\frac{1}{2}$ قطر الشمس الا اختلافها الافقي ا ب ي ق - خ كما تقدم فاذا وضعنا خ عوضاً عن اختلاف
القمر الافقي لنا

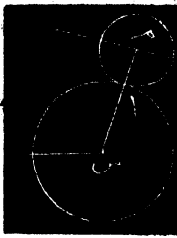
م ي م - خ - (ق - خ) = خ + خ - ق

وخ = $5' 07''$

وق - خ = $10' 24''$

وخ + خ - ق = ١٢' ٤١" = ١/٢ قطر الظل عند معبر القمرو ١/٢ قطر القمر = ١٠' ٢٢"
 فنقطر الظل ٢ ١/٢ مثل ١/٢ قطر القمر عند معبر فيه

(٢٢٦) بعد القمر عن عقدته اذا مس ظل الارض مساً فقط في خسوف سني الحمد الحسوفي
 وبعده عن العقدة وفي خسوف اذا مس جانب الشمس مساً فقط سني الحمد الحسوفي ولا يمكن ان يحدث
 خسوف ولا خسوف اذا كان القمر بعد من هذه الحدود عن العقدة



شكل ٩٣

(٢٢٧) لاستعمال الحمد الحسوفي
 ليكن س ح قنبا من طريق
 (شكل ٩٢) م ع قنبا من طريق القمر
 وس ١/٢ قطر ظل الارض وم ١/٢ قطر
 القمر وهما معروفان فيعرف مجتمعهما س م
 وع العقدة والزاوية ع معروفة لانها ميل فلك القمر على دائرة البروج ثم في المثلث الكروي م ع س
 ذي القائمة عند م لنا

(٥٤) $\frac{1}{2} ق \times ج ن س = ج س ع \times ج م ع س$
 فنستعلم س ع اما الزاوية عند ع وس ا وام فكميات متغيرة فيتغير س ع ايضاً ومعظمه
 ١٢' ٢٤" فاذا كان اكثر من ذلك لا يحدث خسوف واقله ٩' ٢٤" فاذا كان اقل من ذلك
 فلا بد من خسوف وان كان بينهما فرما يحدث وربما لا يحدث

اما بعد القمر عن العقدة فيقياس على دائرة البروج وهو كتابة عن فضلة طول العقدة وطول
 القمر في وقت ما فلا يمكن ان يحدث خسوف متى كان بعد القمر عن العقدة اية فضلة طول وطول
 العقدة اكثر من ١٢' ٢٤" وان كان اقل من ٩' ٢٤" فلا بد من خسوف وبين ٩' ٢٤" والحد المذكور
 سابقاً يكون في حدوثه شك لا يزال الا بالحساب

ان مس القمر ظل الارض مساً سُميت الرؤية ماسة وان دخل جزء من القمر فقط في الظل سني
 خسوفاً جزئياً (شكل ٩١) وان دخل جميعه سني كلياً (شكل ٩٠) وان طابق في الخسوف مركز
 القمر على مركز دائرة الظل سني مركزياً وذلك لا يكون الا اذا كان القمر وقت الخسوف عند العقدة
 تماماً وان لم يتوارس مخروط الظل الى القمر سني حلقياً

(٢٢٧) ان الارض تحجب شيئاً من نور الشمس عن القمر قبل دخوله في الظل ويزداد
 الاحتجاب شيئاً فشيئاً الى ان يدخل الظل فيخسف وهذا النور الجزئي سني ظليلاً وتعرف حدوده
 برسم الماسات ا ح آ ح (شكل ٩٢) فالامر واضح ان القمر عند وصوله الى ح يحجب عنه شيء

من نور الشمس ويتزايد ذلك الى ان يصل الى الظل عند م وبعد خروجه عند م يبقى شيء من النور مخفياً حتى يصل الى ح وهيئة الظليل مخروط ناقص يمتد الى غيرنهاية من الارض ورأس المخروط اذا اكمل عند س اي بين الارض والشمس

(٢٣٨) نصف زاوية الظليل = $\frac{1}{2}$ قطر الشمس واختلافها الافقي اي ق + خ (شكل ٩٢) لان

$$ح س م = ا س ش = ا ي ش + ب ا ي$$

$$و ا ي ش = \frac{1}{2} \text{ قطر الشمس}$$

$$و ب ا ي = \text{الاختلاف الافقي وهما معروفان}$$

نصف زاوية منقطع الظليل على بعد القمر = اختلاف القمر الافقي + اختلاف الشمس الافقي

$$+ \frac{1}{2} \text{ قطر الشمس}$$

لان الزاوية ح ي م (شكل ٩٢) = ي ح س + ي س ح

$$\text{وي ح س} = \text{خ} \text{ اي اختلاف القمر الافقي}$$

$$\text{وي س ح} = \text{ق} + \text{خ كما تقدم}$$

$$\text{اي ح ي م} = \text{خ} + \text{ق}$$

وهي كلها معروفة ومعدل ذلك ١' ١٢" اي ٥ امثال $\frac{1}{2}$ ق القمر تقريباً

(٢٣٩) في ما تقدم قد حسبنا مخروط ظل الارض مصطعاً بماسات لسطح الارض من

سطح الشمس وقد وجد بالرصد ان قطر الظل الظاهر اكبر قليلاً مما هو حسب القاعدة المذكورة ويعمل عن ذلك بان بعض شعاع الشمس تمصها وتطفئها الاجزاء السفلى من كره الهواء فالنتيجة كما لو كانت الارض اكبر قليلاً مما هي حقيقة فلكي يطابق الحساب على الحقيقة يقتضي زيادة $\frac{1}{2}$ قطر الظل والظليل نحو $\frac{1}{4}$ ما هو حسب القاعدة المذكورة انفاً

في خسوف كلي يبني وجه القمر ظاهراً له نور محمر ضعيف وسبب ذلك ان بعض شعاع الشمس

تنكسر بهواء الارض فتتحرف الى حد محور الظل وتقع على القمر

(٢٤٠) قد تقدم ان القدماء حسبوا وقوع خسوف وكسوف تقريباً من ملاحظتهم عودة

القمر الى الاماكن التي كان فيها كل ١٨ سنة و ١٠ ايام اي مدة ٢٢٢ من دورات القمر القانونية

وقد حسب الفيلسوف هالي مدة هذا الرجوع ١٨ سنة و ١٠ ايام ٧ ساعات $\frac{1}{4}$ ٢٣ اذا كانت

خمس سنين كيسة في مدة ١٨ سنة و ١٨ سنة ١ ايوماً $\frac{1}{4}$ ٢٣ اذا كانت ٤ سنين كيسة في تلك

المدة واذا عُرِف وقت وسط خسوف برصد فان اصفنا الى ذلك الوقت المدة المذكورة يكون

لنا وقت وقوعه ثانية غير انه محتمل خطأ ساعة ونصف

كسوف الشمس

(٢٤١) اما كسوف الشمس فان نظرنا اليه بدون اعتبار مكان خصوصي فالامر واضح ان كيفية حساب كسوف غيراته بسبب قرب القمر الى الارض وزيادة اختلافه وصغر ظله لا تنكسف به الارض كلها اية ظله يغطي جزءاً صغيراً من سطح الارض فقط كما نرى احياناً سحابة تغطي وجه الشمس عن بعض الاماكن وتبقى مشرقة على البعض وهكذا في الكسوف فان كانت الشمس على خط الاستواء مثلاً وتوسط القمر بينها وبين الارض يقع الظل على جانبي خط الاستواء فيحدث كسوف هناك واما لناظر في المنطقة المعتدلة الشمالية فيقع القمر الى جنوبي الشمس ولناظر في المعتدلة الجنوبية يقع الى شمالي الشمس فلا يحدث كسوف عندهما

(٢٤٢) حركة القمر في فلكه ٢٢' كل ساعة وذلك على بعد القمر ٢٢٨ ميلاً فظل القمر على سطح الارض هذه سرعته اذا كان عمودياً عليه ومتى كان مائلاً تزداد السرعة على نسبة $\frac{1}{\cos \theta}$: جيب الميل . ثم لنفرض وقوع الاقتران عند وصول القمر الى العقدة فيكون الاجرام الثلاثة اي الشمس والقمر والارض على خط واحد والظل يمشي على دائرة البروج على سطح الارض من الغرب نحو الشرق وحركة الارض على محورها ايضاً من الغرب الى الشرق فتقل سرعة الظل قليلاً بهذا السبب اي سرعته = فضله حركة الارض على محورها وحركة القمر في فلكه . ثم لنفرض ان القمر عند الاقتران واقع الى شمال دائرة البروج قادماً الى العقدة النازلة وان الاقتران حصل داخل الحد الكسوفي قليلاً اي اقل من ١٦' عن العقدة فعند ذلك يقع الظل الى نحو الشمال ويسس الارض عند القطب الشمالي لدائرة البروج وبالعكس متى كان الى جنوبي دائرة البروج قادماً الى العقدة الصاعدة وحصل الاقتران كما ذكر . فكلما اقترب الاقتران الى العقدة تقدم الظل نحو الاقاليم الاستوائية

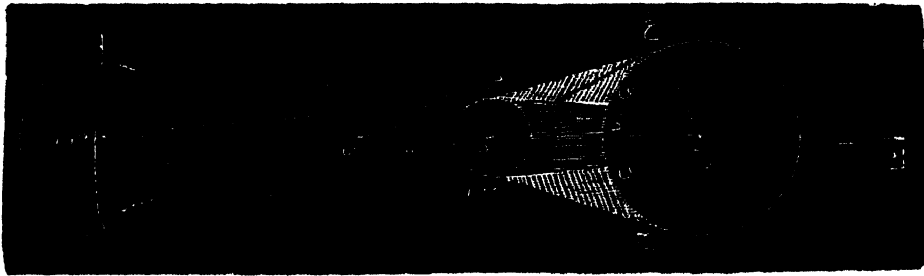
(٢٥٨) الاقتران يحدث والقمر على ابعاد مختلفة من الشمس فالامر واضح ان طول ظله يتغير بالنسبة الى ذلك وايضاً قطر عند الارض يتغير ويتغير بذلك مساحة الظل على سطح الارض والكسوف الاكبر مساحة هو الحادث متى كانت الشمس على بعدها الابعد والقمر على بعده الاقرب من الارض

(٢٤٣) متى كان القمر على معدل بعده من الشمس ومن الارض يصل ظله الى سطح الارض

الاقليلاً لان معدل طول = ٢٢١٦٩٠

ليكن ص (شكل ٩٤) الشمس د القمر ت الارض فنصف زاوية مخروط ظل القمر د ك ر

كما كانت في ظل الارض (ع^{٢٩٣}) = ص در - درك و ص در = $\frac{1}{4}$ ق الشمس عند القمر
 و درك = اختلافها الافقي عند القمر و لسبب بعد الشمس وقرب القمر بالنسبة الى الشمس يختلف
 نصف قطر الشمس عند القمر قليلاً جداً عما هو في الارض و لسبب صغر نصف قطر القمر عند الشمس
 يكون اختلافها الافقي صغيراً جداً فيسوغ ان نحسب $\frac{1}{4}$ ق الشمس = نصف زاوية مخروط ظل
 القمر و لاجل زيادة التدقيق لنحسب نصف قطر الشمس و اختلافها الافقي عند القمر. فلان مقدار
 جرم الظاهر هو بالقلب كبعده فنسبة



شكل ٩٤

ص در : ص ث ر : ص ث : ص د :: ٤٠٠ : ٢٩٩
 لان بعد الشمس ٤٠٠ مثل بعد القمر فاذا كان ص ث ٤٠٠ يكون ص د ٢٩٩ اي
 ص در = $\frac{400}{299} \times$ ص ث ر = $1^{\circ} 00' 25'' \times$ ص ث ر ومعدل نصف قطر الشمس
 اي ص ث ر = $16^{\circ} 02' 25''$

$$\text{ص در} = 1^{\circ} 00' 25'' \times 16^{\circ} 02' 25'' = 16^{\circ} 06' 16'' = 16^{\circ} 9' 39''$$

(٢٤٤) اما الاختلاف فهو بالقلب كالبعد فيكون اختلاف الشمس الافقي عند القمر $\frac{1}{4}$
 اعظم ما هو عند الارض لكون القمر اقرب الى الشمس $\frac{1}{4}$ من بعد الارض عن الشمس ولكن القمر
 اصغر من الارض فيكون الاختلاف عند القمر $\frac{7912}{216}$ اصغر ما هو عند الارض فاذا زدنا اختلاف
 الشمس الافقي لسبب قرب القمر الى الشمس ونقصناه لسبب صغر القمر لنا
 ظل القمر = $\frac{400}{299} \times \frac{216}{7912} \times 9'' = 9'' - 30'' =$ اختلاف الشمس الافقي عند القمر فنصف زاوية مخروط
 ظل القمر =

ص در - درك = $16^{\circ} 9' 39'' - 30'' = 16^{\circ} 4' 9''$ وذلك لا يختلف كثيراً عن نصف قطر
 الشمس عند الارض فيسوغ ان نحسب نصف زاوية مخروط ظل القمر = $\frac{1}{4}$ ق الشمس عند الارض
 فلنا

$$\text{جيب } 16^{\circ} 4' 9'' : 1080 : (\text{اي ب د}) :: \frac{1}{4} \text{ ق : د ك} = 221620$$

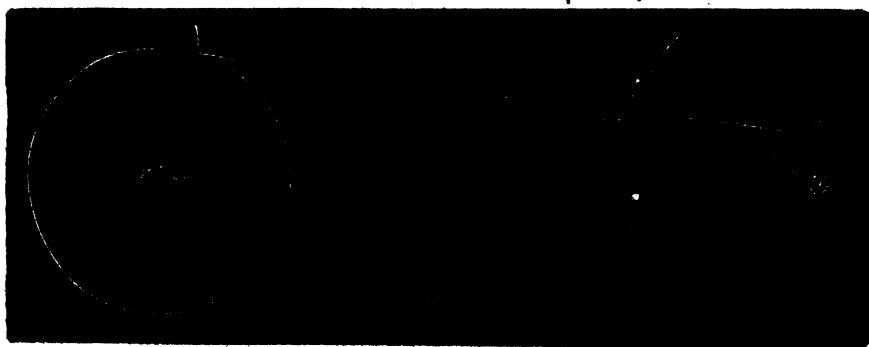
ومعدل بعد القمر عن سطح الارض = $238818 - 2906 = 238782$ وذاك اطول من طول الظل المذكور سابقاً ثم متى كان القمر على اقرى من الارض بينه وبين مركز الارض 231092 ميلاً ومتى كانت الشمس في بعدها الابد يكون نصف قطرها $10' 50''$ وعلى موجب ذلك حسبما تقدم نستعلم طول ظل القمر = 230620 وان طرح من ذلك 231092 يبقى 4462 اي امتداد الظل الى ابعد من مركز الارض

(٢٤٥) ان حدث الافران والنمر في العنقة يقع الظل عمودياً على سطح الارض فقطرة على سطح الارض لا يزيد عن ١٧٠ ميلاً لانه في المثلث θ ك الزاوية عند ك = $10' 50''$ كما تقدم θ ك = 2906 و θ ك = 14.27 ميل.

٢٩٥٦ : ٢٧ : ١٤ ج ١ هـ ٤ "ج ٥ هـ ٤" ا ١ هـ ٤ "ك تي ك
و ٥ هـ ٤ "ا ١ هـ ٤" (اي راوبه ك) ا ١ هـ ٤ "ك تي ك
الفوس دي

و ٢٢ دَي = ٢٠٠٢٢٢ = ي ن فنبسب ٢٦٠ : ٢٠٢٩ (= ٢٠٢٢٢٢) ::
 ٢٤٨٩٩ (= محيط الارض الامتوائى) : ١٧٠ تقريباً

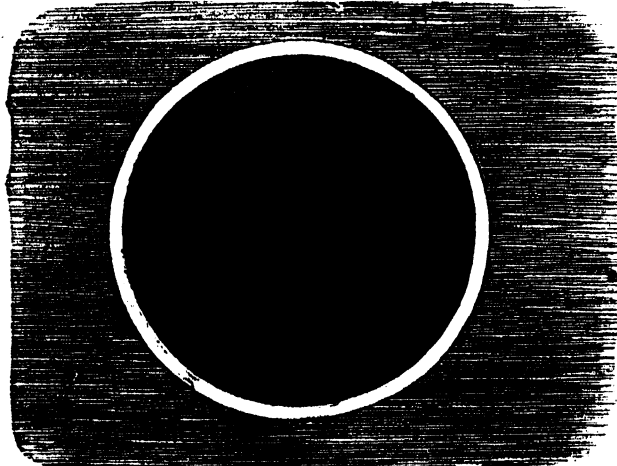
(٢٤٦) ظَلِيلُ الْقَمَرِ لَا يَغْطِي مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ جِزًّا قَطْرُهُ أَكْثَرُ مِنْ ٤٢٩٢ مِيلًا لِأَن نِصْفَ زَاوِيَةِ الظَّلِيلِ ب ي د = ب ص د + ص ب ر وب ص د = اخْتِلَافُ الشَّمْسِ الْإِفْتِي عِنْدَ الْقَمَرِ ٥' ٢" وَص ب ر = $\frac{1}{4}$ قِ الشَّمْسِ وَمِنْ ذَلِكَ نَسْتَعْلَمُ ب ي د وَ $\frac{1}{4}$ قِ الْقَمَرِ ب غ د = ١٦' ٥" ٤' فَتَسْتَعْلَمُ مِنْ ذَلِكَ غ د ث فَلْنَأْتِ فِي الْمَثَلِثِ غ د ث الزَّاوِيَةُ غ د ث وَالضَّلْعُ د ث وَابْضَا ث غ فَتَسْتَعْلَمُ لَزَاوِيَةَ غ د ث وَالْقُوسُ غ د وَمُضَاعَفُهَا غ ح = زَاوِيَةُ عَرْضِ الظَّلِيلِ فَيَنْحَوِلْ إِلَى أَمِيَالٍ حَسْبِ مَا نَقَدَّمُ وَمَعْظَمُهَا ٤٥٠٠ مِيلَ



ليكن ص مركز الشمس (شكل ٩٥) وي مركز الأرض وم مركز القمر فالماسة تحدث عندما
يمسُّ القمر اب اي الشععة الخارجية الماسة سطح الأرض والبعد بين مركز الشمس ومركز القمر هو
الزاوية ص ي م وهي = ص ي ا + ا ي س + س ي م اما ص ي ا فهي نصف قطر الشمس
و = د و س ي م = $\frac{1}{2}$ القمر = د والزاوية ا ي س من المثلث ي ا س = ي س ب - س ا ي
اما ي س ب فهي اختلاف القمر الافقي = ف وس ا ي = اختلاف الشمس الافقي = ف فالبعد
بين المراكزين ا ي

$$\text{ص ي م} = \delta + د + ف - ف \quad (٥٥)$$

اي مجتمع $\frac{1}{2}$ ق الشمس والقمر مع فضلة اختلافهما الافقي وهذا البعد يدل عليه في الرسم س م
شكل ٩٢ فيستعلم س ع كما تقدم (ع ٢٣٧) ومعطاة ١٨' ٢٦' واقله ١٥' ٢٠'
(٢٤٨) قطر القمر الظاهر احياناً اعظم من قطر الشمس واحياناً اصغر منه واحياناً يعدله
فلواقام ناظر على الخط الموصل بين مركز الأرض ومركز القمر ومركز الشمس فان كان قطر القمر اعظم
من قطر الشمس يكون الكسوف كلياً ان كان القطران متساويان ينتهي راس الظل الى سطح الأرض
وتختجب كل الشمس لحظة من الناظر المقيم على الخط المشار اليه وبالنتيجة عن المقيمين على الخط الذي
برسمه راس الظل على سطح الأرض وان كان قطر القمر اصغر من قطر الشمس كما يحدث متى كان
القمر في الاقتران على بعدٍ الابعد من الأرض فالناظر المشار اليه يرى القمر على وجه الشمس وحلقة
من الشمس تحيط بالقمر كما يتضح من شكل ٩٦ وقد سُميت هذه الرؤية كسوفاً حلقياً



شكل ٩٦ كسوف حلقي

(٢٤٩) القمر يبعد عن الشمس كل ساعة نحو ٢٠' اي ٢٠٨٠ ميلاً من فلكه وهناك هي
سرعة حركة ظل القمر على سطح الأرض فيمر على مسافة قطر الأرض في اقل من ٤ ساعات غير ان
الأرض تدور على محورها وحركة السطح عند خط الاستواء ١٠٤٠ ميلاً كل ساعة اي نصف سرعة

حركة الظل وكلاهما من الغرب الى الشرق فيمر الظل على موضع عند خط الاستواء على سرعة نحو ١٠٤٠ كل ساعة اذا وقع عمودياً وكل ما زاد عرض مكان زادت سرعة حركة الظل لبطء حركة المكان واذا وقع الظل داخل الدائرة القطبية فقد يتحرك الظل والناظر الى جهتين متقابلتين فتكون السرعة مجتمع الحركتين لا فصلتهما

الحسوف يندئ على جانب القمر الشرقي ابداً والكسوف على جانب الشمس الغربي (٢٥٠) الامر واضح ان رؤية كسوف تختلف باختلاف ارتفاع القمر فوق الافق اذ يختلف بذلك قطر الظاهر فقد يكون كسوف حلقياً في اماكن ظهر فيها عند طلوع القمر وعند غرويه وكلياً للاماكن التي يظهر فيها الظهر وذلك لان طول الظل اطول مما يلزم للوصول الى اقرب سطح الارض اليه ولا يكفي طوله للوصول الى مركز الارض

(٢٥١) معظم الحد الكسوفي ١٨' ٢٦" كما تقدم ومعظم حد الحسوف ١٢' ٢٤" فيحدث كسوف اكثر من خسوف غير ان الحسوف ظاهر لنصف الدنيا ابداً واما الكسوف فظاهر لجزء صغير من النصف الذي نحو الشمس فيحدث الحسوف في مكان معين اكثر من الكسوف

(٢٥٢) مدة دوام كسوف

معظم قطر القمر = ٢٣' ٢١"

اصغر قطر الشمس = ٢١' ٢٠"

$\Delta = 1' 1'' =$ القوس التي يمر بها القمر مدة دوام الكسوف التام

معظم قطر الشمس = ٢٢' ٣٥"

اصغر قطر القمر = ٢٩' ٢٢"

$\Delta = 12' 1'' =$ القوس التي يمر بها القمر مدة دوام الرؤية الحلقية

على عرض ٥٨° ٥٠'
٢٦' ٢٢'

٩' ٥٦'

٦' ١٠'

على خط الاستواء
٢٩' ٤٤'

رؤية حلقية ١٢' ٤٦'

ظلام ٧' ٥٨'

الكسوف الكلي قليل الوقوع وسوف يحدث ١٨٨٧ ١٩ آب كلي في شمالي

جرمانيا وجنوبي روسيا واسطاسيا وفي ١٨٩٦ ٩ آب كلي في كرنلاند وسيبيريا ولايلاند

وفي ١٩٠٠ ٨ ايار كلي في مصر والجزائر واسبانيا والبلاد المتحدة . وكيفية حساب كل

ذلك سباني مفصلاً في القسم العملي من هذا المؤلف ان شاء الله
في سنة واحدة لاجدث كسوف وخسوف أكثر من سبع مرات ولا اقل من مرتين فاذا حدث
سبع مرات بجدث كسوف خمس مرات وخسوف مرتين او كسوف اربع مرات وخسوف ثلاث
مرات واذا حدث مرتين فقط يكون كلاهما كسوفاً



شكل ١٧

ليكن ن ح ن ح (شكل ١٧) دائرة البروج ون ن
عندني فلك القمر. خذ ن ل ن ل ن ل كل واحد
يعدل معظم الخد الكسوفي = ١٨' ٦" فيكون ل ل ٢٧' ٢"
وكذلك ل ل وعدة الاقترانات الممكن حدوثها في مرور الشمس
على هاتين القوسين تعادل الكسوفات الممكن حدوثها في
سنة واحدة

معدل حركة عقدة القمر اليومي هو - ٠' ٠٥٥"

" " الشمس اليومية + ٠' ٩٨٥"

فحركة الشمس اليومية بالنسبة الى العقدة = ١' ٠٤"

المدة بين اقتران واقتران ٢٩' ٥٣ يوماً

و ٢٩' ٥٣ × ١' ٠٤ = ٣٠' ٧١١٢ = معدل حركة الشمس عن العقدة في شهري بين

اقتران واقتران. اذا غُضَّ النظر عن تقهقر الاعتدال الربيعي في هذا الحساب لقلنا تكون حركة
العقدة عن الاعتدال الربيعي في شهر = ٢٩' ٥٣ يوماً × ٠' ٠٥٥" = ١' ٦٣٤١ وهذه الحركات
لا تنفي احداها الاخرى بالتقسمة اي لا تقاس الواحدة بالآخرى ولا تقاس ٢٦٠ باحداها فتكون
بين الاعتدال الربيعي والعقدة والشمس مع القمر في الاقتران على نمادي السنين اية نسبة فُرِضَتْ في
أول السنة

افرض الشمس والقمر في الاقتران عند م اي درجة واحدة الى شرقي ل في أول السنة فيجدث
كسوف و ٢٧' ٢ - ١ = ٢٦' ٢ وذلك أكثر من القوس التي غربها الشمس في شهر فعند
الاقتران الثاني بجدث كسوف ثان بين ن ول ثم بعد مرور ستة اشهر في الاقتران السابع تكون
الشمس عند م اي تبعد عن ل ما يعدل ٣٠' ٧١ × ٦ = ١٧٩ - ٥' ٢٦ فيجدث كسوف
ثالث و ٢٧' ٢ - ٥' ٢٦ = ٢١' ٨٤ وفي قوس أكبر مما غربها الشمس في شهر فيجدث كسوف
رابع قبل مرور الشمس على ل

ثم عند نهاية الشهر القمري الثاني عشر يكون موقع الشمس ٣٠' ٧١ × ١٢ - ٢٦٠ = ٨' ٥٢

الى شرقي م^٢ فيحدث كسوف خامس وهو الاخير في السنة لان السنة تنتهي ١٠٢٨٩ ايام بعد
الاقتران الثالث عشراي زيادة السنة على ١٢ شهراً فانونيا

ايضاً ١٨٦ - ١ = ١٧٦ وفي نصف شهراي بين اقتران واستقبال تمر الشمس على
١٥٢٥ و ١٧٦ - ١٥٢٥ = ٢٢٥ بعد الشمس عن العقدة ن فيصير خسوف اول عند
العقدة المتعاقبة ن

ولما كان القمر في الاقتران عند م^٢ كانت الشمس ١٨٦ - ٥٢٦ = ١٢٢٤ عن العقدة
ن وبعد نصف شهر تكون ١٥٢٥ - ١٢٢٤ = ٣٠١ الى شرقي العقدة فيصير خسوف ثان
ولا يحدث آخر في السنة لان في الشهر التالي تكون الشمس قد بعدت عن العقدة الى خارج الحد
الخسوفي

لو كان موقع الشمس في اول السنة عند م^١ اي ٢٦٤ الى غربي العقدة ن والقمر في الاستقبال
يبرهن حسبما تقدم حدوث كسوف اربع مرات وخسوف ثلاث مرات في السنة
اصغرا الحد الكسوفي ١٥٤٢ فتكون القوس ل ل^١ ٢٠٨٤ على اصغرها وذلك اطول
من القوس التي تمر بها الشمس بين اقتران واقتران فيحدث بالاقبل كسوف واحد بين ل ل^١ وواحد
واحد بين ل ل^١ فلا بد من حدوث كسوف على الاقل مرتين كل سنة
الشمس تمر في الحد الخسوفي في اقل من شهر فقد لا يحدث خسوف في سنة

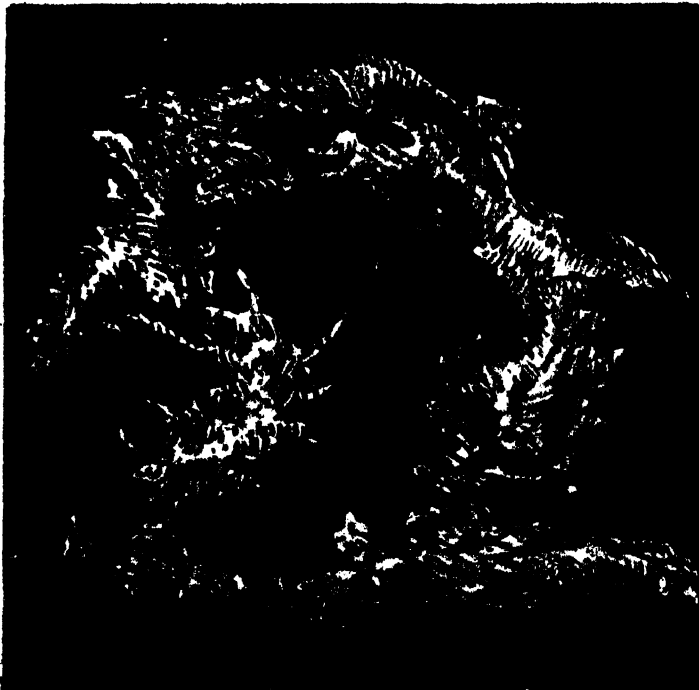
(١٥٣) اختجاب القمر نجوماً . القمر في دورانه يتوسط بيننا وبين بعض النجوم فاخفاء نجم
وراء القمر سي اختجاباً وقد تختجب به بعض السيارات ايضاً الواقعة في طريقه ولا فرق بين اختجاب
نجم وكسوف غير ان النجوم الثوابت لا اختلاف لها ولا قطر يشعروا وكثيراً ما يعتمد على الاختجاب
لاستعلام الطول كما سياتي مفصلاً في القسم العملي ان شاء الله

(٢٥٤) بعض ظواهر الكسوف التام

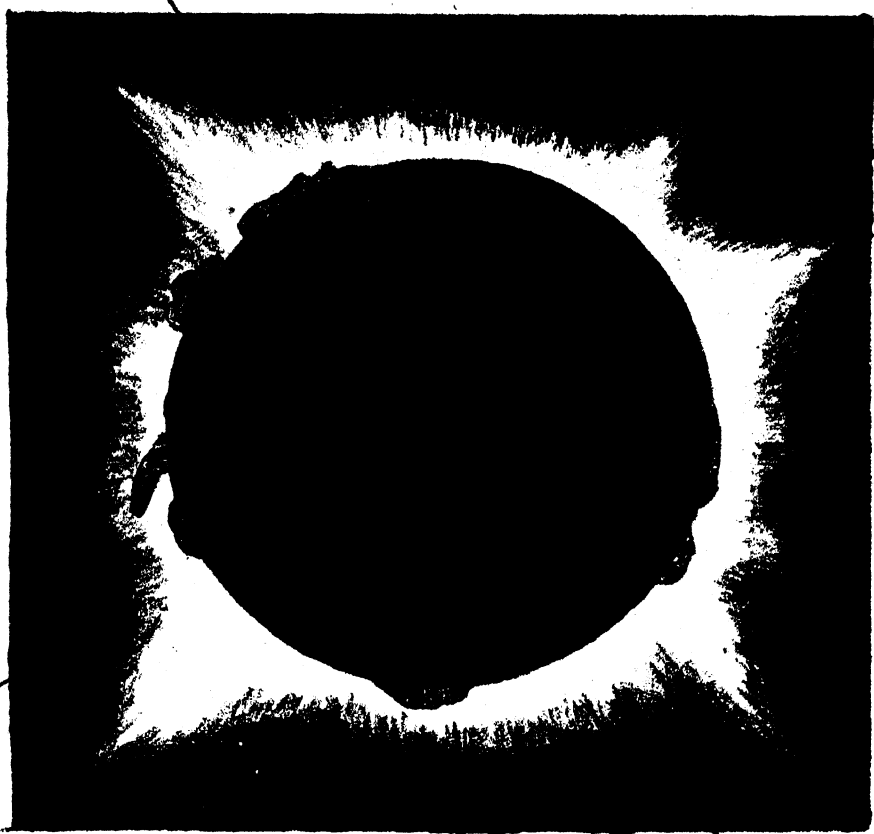
(١) الاكليل (انظر الصورة الخامسة والسادسة)

قبل اختجاب نور الشمس بظل القمر يتدثي يظهر حولها نور متفرق الى بعد نحو ١٢ عن حرف
الشمس حدوده غير مستوية يزيد في جهة وينقص في جهة ولا يثبت على حال . واختلف علماء الهيئة
في هذا المنظر هل هو شمسي او ارضي هوائي او مركب منها ولنض هذا المشكل رصدوه في الكسوفات
الاخيرة بكل تدقيق بواسطة السبكتروسكوب والنور المنقطب والنظارات القوية فتعق انه شمسي
وعلاوة على بكونه انعكاس نور من مادة محيطية الشمس فوق الميدروجين على علو نحو ١٢ ولا يعلم عن
تلك المادة شيء غير ان السبكتروسكوب يظهر فيها خطاً في القسم الاخضر لا يوافقه خط آخر

الصورة الخامسة.



الصورة السادسة

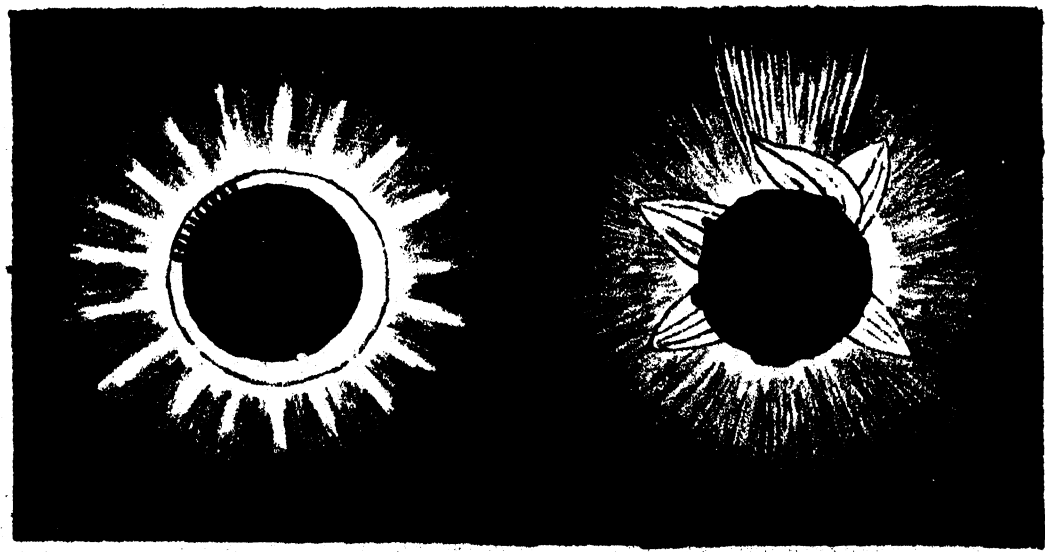


ش

ش

ن

غ



معروف وهو خط ١٤٧٤ على مقياس كركهوف

ثم تحت المادة المذكورة هيدروجين على بعد نحو ٨' عن الشمس غير أنه طبقاً للطبقة العليا تحت درجة الاشتعال ثم هيدروجين حام إلى درجة الاشتعال حتى يرى في وقت الكسوف على ارتفاع ٢' ثم الكروموسفيراي الكنة الملونة على ارتفاع نحو ٨' ثم تنهي إلى الكنة النيرة وخطوط الباريم والنكل والصوديوم وغيرها من المواد المعروفة كما تقدم

(٢) خرزيلي . عند ما يبني ظاهراً من قرص الشمس خيطاً دقيقاً فقط يرى أحياناً منقطعاً على شكل خرزيلي خرزيلي انتساباً إلى السرفرنسيس يلي أول من لاحظها. وعلنها مرور النور بين فروض جبال القمر وبين رؤوسها ولذلك تارة تظهر وأخرى لا تظهر أي متى وافق الخيط المشار إليه قسماً من حرف قرص القمر متساوياً أو قسماً جبالة وإطئة (انظر الصورة السادسة)

(٣) ومن روى الكسوف الغربية زوائد وتواتر حمراً على حافة الشمس وتربى على كل قسم من حرفها تارة عريضة وأخرى دقيقة وتارة عالية وأخرى وإطية وعلى هيئات وأشكال مختلفة كما يرى من الصورة الخامسة وارتفاع بعضها ٨٠٠٠٠ ميل وأحياناً يتردد الرأس إلى جهة وأحياناً إلى الجهة الأخرى وأحياناً تكون متصلة بالشمس وأخرى منفصلة عنها وقد ترى هذه اللهب بواسطة السبكتروسكوب في غير وقت الكسوف

عند حدوث كسوف تام أو تام إلى قليلاً يبطئ الترمومتر وترى بعض النجوم والحويان يضطرب من غرابة حال الهواء والجو وإذا كان الناظر مرتفعاً يرى ظل القمر مقبلاً بسرعة من بعيد حتى يقع عليه فيبتدئ الكسوف

عند حدوث كسوف على الأرض كان ناظر في القمر يرى نقطة مظلمة تعبر على قرص الأرض وعند خسوف تام على الأرض كان ناظر في القمر يرى نوراً حمراً ضعيفاً منكسراً عليه بواسطة هواء الأرض الكروي فتتأثر بالشمس مثل حلقة حمراء مكدة تحيط بالأرض أبى يزداد قطر الشمس الظاهر بالانكسار نحو أربعة أمثال

الصورة الخامسة صورة تواتر رآها لوكير في ١٤ آذار سنة ١٨٦٩ ١١٥٠ و ١٥١١
الصورة السادسة صورة الأكليل في كسوف حدث ٧ آب سنة ١٨٦٩ وكسوف حدث في ٨ تموز ١٨٤٢ وكسوف حلقي حدث ١٥ أيار سنة ١٨٣٦ فيو ترى خرزيلي

الفصل الثامن

في الطول والمد والجزر

(٢٥٥) من اعظم فوائد علم الهيئة الكشف عن كيفية استعمال الطول والعرض بها لمسلك البحر بالامن وتعيين مواقع اماكن على سطح الارض وقد تقدم القول بكيفية استعمال العرض فلننظر الى كيفية استعمال الطول نظرياً بالاختصار ونترك تفصيل الامر الى محله في القسم العملي

(٢٥٦) يستعمل الطول بكل واسطة يُعرف بها فرق الوقت بين مكانين فيتحول الى درجات ودقائق وقد تقدم القول بذلك. اما الوقت في كل موضع فيحسب من لحظة وقوع قطر الشمس على الماخرة

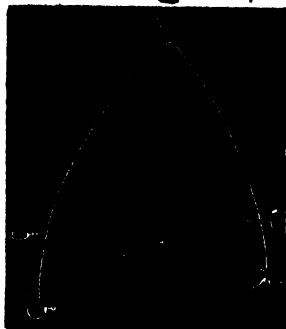
(٢٥٧) من اسهل الوسائل لمعرفة فرق الوقت بين مكانين ساعة محكمة لوقت احدها ثم نحمل الى الآخر فيرى ما هو الوقت هناك . مثالة لو تحكمت ساعة على وقت بيروت ثم سافرنا حتى وصلنا الى مكان وقت الظهر والوقت بالساعة المشار اليها ساعتان بعد الظهر فيكون المكان من بيروت ٢٠ الى الغرب وقد اصطنعت ساعات على غاية الدقة لا تخطئ اكثر من ثانية في سنة غير انها اذا انتقلت من موقع الى موقع ربما يتغير سيرها فيعمل على عدّها منها ويؤخذ معدل الوقت المدلول عليها

(٢٥٨) يُعرف الفرق بين وقت مكانين ايضاً برصد خسوف او كسوف فيها وتعيين اوقات اول الماسة وآخرها واوقات دخول اجزاء مفروضة من القمر في الظل . مثالة ان كانت اول الماسة في مكان الساعة السادسة بعد الظهر وفي آخر الساعة السابعة بعد الظهر يكون المكان الثاني الى شرقي الاول ساعة اية ١٥ وصحة هذا العمل تتوقف على صحة استعمال الوقت الموضعي . ومن هذا الباب ايضاً استعمال الطول برصد خسوف اقمار المشتري

(٢٥٩) لما كان حدوث خسوف وكسوف واختجاب نادراً على نوع ما فلا تصلح هذه المحاولات لاستعمال الطول في البحر حيث يقتضي معرفته كل يوم ولذلك وُضع في المنهاج السنوي بعد القمر عن بعض النجوم والسيارات والشمس لكل ثلاث ساعات محسوبة لما جرت كرينوبج فان قسنا البعد بينهما في مكاننا نحسب الوقت في كرينوبج الذي فيه كان بينهما ذلك البعد ونعين الوقت في مكاننا عند الرصد فيعرف فرق الوقت بين المكانين . مثالة لو قسنا البعد بين القمر وزحل مثلاً

بالسدس اونجم بالقرب منه وكان ٧٢ والوقت الساعة التاسعة مساءً ووجدنا من المنهاج ان هذا البعد بينها يقع في كرينويج الساعة الواحدة بعد نصف الليل فيكون فرق الوقت بين المكانين ٤ ساعات فيكون الطول ٦٠° غرباً

(٢٦٠) متى قسمنا البعد بين القمر وجرم آخر بالسدس حسبما تقدم يكون لنا البعد الظاهر فيقتضي اصلاحه للاختلاف والانكسار وانخفاض الافق اي لنا البعد الظاهر والمطلوب البعد الحقيقي فيقتضي لذلك ان يرصد ثلاثة اشخاص معاً واحد يقيس ارتفاع القمر فوق الافق والثاني يقيس ارتفاع النجم فوق الافق والثالث يقيس البعد بين النجم والقمر وتم الاقيسة في اللحظة الواحدة ليكن زم (شكل ١٨) بعد القمر الظاهر عن سمت الراس اي من الارتفاع الظاهر ولكون



شكل ١٨

اختلاف القمر اكثر من الانكسار ابداً يكون مكانه الحقيقي اعلى من مكانه الظاهر اصلح الارتفاع الظاهر للاختلاف والانكسار واطرح المحاصل من ٩٠° فيكون لك البعد الحقيقي عن سمت الراس ولنفرضه زم وليكن زس من ارتفاع الشمس او النجم الظاهر ولصغر اختلاف الشمس ولكون النجم عديم الاختلاف يكون الانكسار اعظم من الاختلاف فيها فيكون المكان الحقيقي او طام من الظاهر فلنفرضه زس وليكن

م س البعد الظاهر بينهما فن م ز زس م س نستعلم الزاوية ز المشتركة بين المثلثين م زس م زس ثم من هذه الزاوية والضلعين م ز زس نستعلم البعد الحقيقي م س ثم من المنهاج نجد اي متى كان على هذا البعد في كرينويج فلنا من ذلك فرق الوقت بين المكانين

(٢٦١) ان هذه الطريقة كثيراً ما تستعمل في سلك البحر حيث لا يحتاج الى التدقيق الكلي ولا تصلح متى قصد التدقيق لسبب لزوم الضبط الكلي في قياس البعد الظاهر بين الجرمين لان خطاء دقيقة واحدة في ذلك ينتج منه خطاء دقيقتين في الوقت = $\frac{1}{4}$ اي ٢٠ ميلاً من الطول لان القمر يتحرك درجة تقريباً في كل ساعتين او دقيقة من القوس في دقيقتين من الوقت

(٢٦٢) بعد اختراع السلك البرقي اي التلغراف استُخدم لاجل استعمال فرق الوقت بين مكانين وبو استعمل ايضاً سرعة حركة المادة الكهربائية وذلك باتفاق سابق بين مكانين من جهة وقت ارسال المادة فالاختلاف بين لحظة ارسالها ولحظة وصولها يدل على مدة مرورها وبذلك قد وجد ان المادة الكهربائية تتحرك ١٦٠٠٠ ميل كل ثانية

اذا سافر احد غرباً بطول يومه ساعة لكل ١٥° ويطول ٤ لكل درجة واذا سافر شرقاً بقصر يومه على هذا النسق تماماً فاذا تقدم غرباً الى ان يعود الى المكان الذي انطلق منه يكسب

يوماً كاملاً أي خامس الشهر مثلاً يكون عند الزايع منه والثلاثاء في المكان يكون عند الاثنين وبالعكس اذا سافر شرقاً فاذا التقى المسافرين بعد الدوران الكامل يختلف وقتها يومين

في المد والجزر

(٢٦٢) المد هو ارتفاع ماء البحر والجزر هبوطه وذلك يحدث في اوقات معينة متساوية ويحدثان في وقت واحد في الجهات المتقابلة من الارض أي متى كان معظم المد في مكان يكون كذلك في الجهة المتقابلة من الارض ويكون معظم الجذر على نصف البعد بينهما وبين مد ومد ٢٥١٢ أي ان حسبنا مداً واحداً دار حول الكرة يرجع الى حيث انتقل منه ٥٠ بعد الساعة التي فيها كان هناك قبل وهذه الحركة تساوي حركة القمر اليومية تقريباً لان اليوم القمري أي دوران القمر من الهاجرة الى الهاجرة $= ٢٥٣٤$

معدل ارتفاع المد للكرة كلها $= \frac{٢}{٣}$ قدم تقريباً غير انه لاسباب مكانية يرتفع في بعض الاماكن ٦٠ او ٧٠ قدماً وفي البعض الآخر لا يشعر به اصلاً كما في البحر والجبرات المحاطة بالبر بحر قزوين وبحر ارال والبحر المتوسط

(٢٦٤) علة المد والجزر هي عدم تساوي جاذبية القمر والشمس في اجزاء مختلفة من الارض فالنصف المتجه نحو القمر يجذب اكثر من النصف المتقابل والماء على الجانب الاقرب يطبع تلك الجاذبية ويرتفع الى ذلك الجانب والماء على الجانب البعيد يجذب اقل من الاجزاء الجامدة فتكون تلك الاجزاء تسبق الماء ساقطة الى نحو القمر فيرتفع الماء في ذلك الجانب ايضاً

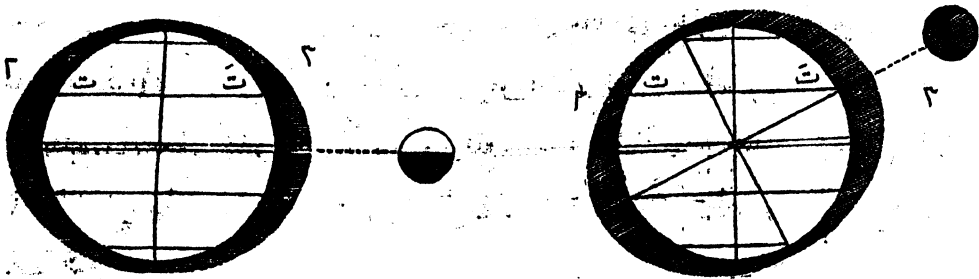
(٢٦٥) الجزء الاعلى من الماء سمي موج المد ولولا بعض الموانع لكان هذا الموج تحت القمر ابداً تابعه حول الكرة اما الماء فلسبب السكون لا يطبع الجاذبية حالاً وحركة الماء على قعر البحر وعلى الشطوط تعين ايضاً على تاخير تاثير الجاذبية فيه ولذلك لا يحدث المد في مكان حتى بعد مرور القمر على هاجرتيه بعض الساعات ويختلف الوقت باختلاف الاماكن واسبابها الموضوعية

(٢٦٦) معدل بعد الشمس عن الارض هو ٢٣٣٠٢٣ مرة بعد القمر عن الارض وبذلك تقل جاذبيتها (٢٣٣٠٢٣) أي ١٢٩٢٧٥ مرة غير ان مادة الشمس اكثر من مادة القمر على نسبة $٨٠٠٨٠٨٠٠ : ١$ وذلك اكثر كثيراً من نسبة $١٢٩٢٧٥ : ١$ فكان يُظن ان جاذبية الشمس تفوق جاذبية القمر على نسبة $٨٠٠٨٠٨٠٠ : ١٢٩٢٧٥$ والامر ليس كذلك لان معدل بعد الشمس عن الارض هو ١١٥٤٧ مرة قطر الارض والفرق بين بعدها عن جانب واحد من الارض وعن الجانب المتقابل $= \frac{١}{١١٥٤٧}$ من البعد كلاً والمد حاصل من عدم تساوي الجاذبية على جانبي الارض

وكل ما زاد التفاوت بينهما زاد المد الناتج وبالقلب ، اما القمر فبعده ٢٠ مرة قطر الارض والفرق بين بعده عن جانب وبعده عن الجانب المتقابل = $\frac{1}{3}$ من البعد كـ ١٠. فالفرق الذي عليه يتوقف ارتفاع موج المد اعظم باعتبار القمر بما هو باعتبار الشمس على نسبة ٥٨ : ٢٢٠ او $\frac{1}{2}$: ٢ : ١ فالمد اذا نوعان شمسي وقمر

(٢٦٧) متى كان الشمس والقمر مقتربين او متقابلين فعمل جاذبيتها على خط واحد وبعد التريعين يكون خط جاذبية القمر عمودا على خط جاذبية الشمس ولذلك يكون اعظم المد عند الاقتران والاستقبال اي كل شهر مرتين ولا يحدث ذلك في نفس وقت الاقتران والاستقبال بل بعدها ٢٦ ساعة للأسباب المذكورة سابقا

(٢٦٨) فعل الشمس والقمر في المد هو بالقلب ككعب البعد وتغير بعد الشمس قلما يؤثر في فعلها في المد لقلته بالنسبة الى بعدها ولكن تغير بعد القمر له تأثير كلي في فعله بالمد فنرى المد الحادث متى كان القمر في الاوج اعظم ما يحدث وهو في الحضيض فان اتفق وقوعه في الاوج عند الاقتران والاستقبال يحدث مد عال جدا وان حدث ذلك عند الاعتدال يحدث اعلى امداد السنة



شكل ٩٩

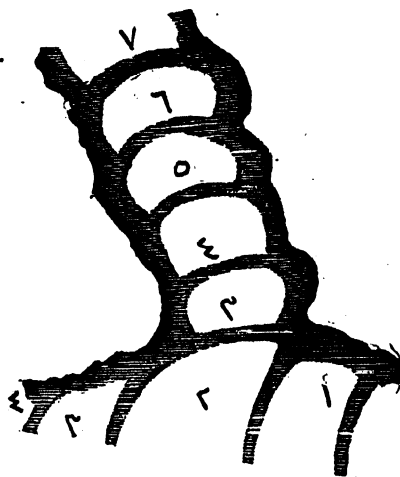
(٢٦٩) ثم ان ميل القمر والشمس يؤثر كثيرا في المد فمتى كان القمر على خط الاستواء يكون اعلى المد هناك وفي الجهة المتقابلة ويكون اقصر جذر عند القطبين ما دام القمر على خط الاستواء (شكل ٩٩) فموضع عند ت او ت يكون اعظم مد ت ٢ وت ٢ ومتى كان القمر في ميله الاعظم على جانب ت وت من خط الاستواء يكون عند ت او ت معظم المد ت ٢ متى كان القمر فوق الافق واقصر الجزر ت ٢ متى كان تحته وبالعكس متى كان ميله على الجانب الآخر من خط الاستواء (٢٧٠) المد والجزر في تخجان واخوار وانهار لا يحصلان من جاذبية القمر على مياهها نفسها

بل من امواج تتوزع من موج المد الكبير المشار اليه سابقا ويسمى مدافرعيا والاول يسمى اصليا

(٢٧١) ان سرعة حركة تلك الامواج تختلف باختلاف الشطوط والعمق وجهة الجرى وعرضه

مثاله ان كان او ٢ و ٢ و ١ (شكل ١٠٠) الموج الكبير الاصلي مارا الى الغرب و ٢ و ٤ و ٥

الح الأمواج الفرعية صاعدة في خليج أونهر فتدأها تسرع في الوسط وتتاخر عند الشطوط وعند الجزر ينعكس الجري وعندما يلتقي الموج الكبير بماء نهر عظيم عند مصبه يرتفع الماء مثل حائط رفيع ويحصل من ذلك أحياناً خطر جربل للسفن كما يحدث



شكل ١٠٠

عند مصب نهر أمازون ونهر الكنك وغيرها ومتى انفتحت الرج وموج المدّ يرتفع أكثر مما كان لولا ذلك

(٢٧٢) أعلى المدّ برّي في خليج فوندي في إسكونسيا الجدينة حيث يرتفع أحياناً ٧٠ قدماً وكذلك في مصب نهر سفرن بقرب مدينة برستول حيث يرتفع ٧٠ قدماً أحياناً ويُعلّل عن زيادة ارتفاع المدّ في خليج فوندي بالتقاء الموج الكبير الجاري شمالاً من الأوقيانوس الجنوبي بالموج الجاري جنوباً من الأوقيانوس الشمالي

أما البحيرات والبحر المحاطة بالبر فليس لها مدّ وجزر يُشعروا
(٢٧٣) فمن الأمور العامة المتعلقة بالمدّ والجزر هذه السبعة

(١) في يوم توليد القمر يقطع القمر والشمس الهاجرة معاً أي الظهر وبعد مرورهما بالهاجرة مدّة تختلف باختلاف الأماكن وثابتة في مكان مفروض أبداً يبلغ المدّ معظمه وبعد ما يبلغ معظمه يأخذ بالجزر وينتهي إلى معظم الجزر بعد ١٢ ساعة ثم يرتفع أيضاً ١٢ ساعة فيبلغ معظمه ثانية ثم يهبط ١٢ ساعة ثم يد ١٢ ساعة أي يبلغ معظم الارتفاع مرتين كل ٢٤ ساعة و٤٨ ساعة وكذلك معظم هبوطه مرتين في ٢٤ ساعة فستبي يوماً مدّياً.

(٢) يوم البدر يقطع القمر الهاجرة بعد الشمس ١٢ ساعة أي في نصف الليل فيصير المدّ والجزر كما

نقدم

(٣) الوقت يتبع حركة الشمس اليومية الظاهرة والمدّ الشمسي يحدث في مكان مفروض في ساعة واحدة أبداً أما المدّ القمري وهو الأعظم ولذلك يؤثر في كل رؤية المدّ والجزر فيتأخر كل يوم ٤٨ ساعة فينفصل عن المدّ الشمسي شرقاً متأخراً وعند التربع الأول والثالث يحدث المدّ القمري عند الجزر الشمسي فارْتِفاع المدّ وانخفاض الجزر هو فضلة المدّ الشمسي والقمري فيحصل ما سُمّي المدّ القاصر

(٤) ارتفاع المدّ عن مساواة الماء وقت الجزر سُمّي شوط المدّ

(٥) مدّ الربيع الحادث ٢٦ بعد الاقتران والاستقبال أعظم من غيره شوطاً

(٦) اقصر المد هو الحادث ٢٦ ساعة بعد وقوع القمر في التربع
 (٧) المدة بين الظهر ومعظم المد هي في يوم التوليد ويوم البدر وتلك المدة سُميت قانون المرفأ
 ان سرعة موج المد مختلفة فلو غطى الماء كل سطح الارض على حدة سوى لكنت السرعة نحو
 ١٠٠٠ ميل وتيف كل ساعة اي $79136 \times 1410 + 248$ ولا يبلغ هذه السرعة في مكان على
 الشاطئ وغيرها قد يبلغها في الاوقيانس الجنوبي

في عرض ٦٠ جنوبي سرعته ٦٧٠ ميلاً

في الاوقيانس الاثلاثيني ٧٠٠ ميل

بين الجزائر الغربية وابرلندا ٥٠٠ "

وفي بعد الحال ١٦٠ وفي البعض ٦٠ وفي البعض ٢٠ ميلاً في الساعة

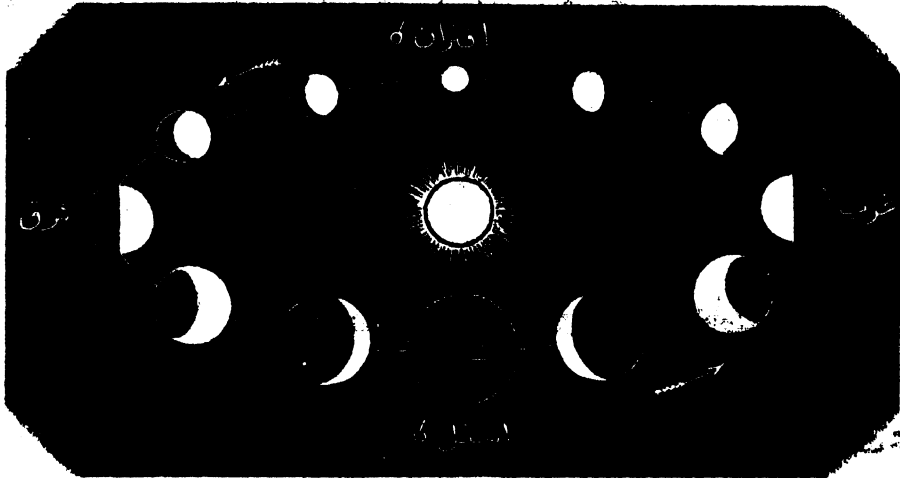
الفصل التاسع

في السيارات مطلقاً وفي السيارات السفلى خاصة

(٢٧٤) السيارات اجرام مظلمة تستمد نورها من الشمس وتدور حولها على مسافات مختلفة في
 مذات مختلفة وبينها تفاوت عظيم جرماً وكثافةً وسُميت سيارات لا تتألف من موضع الى موضع في
 القبة السماوية فتتغير مواقعها بين النجوم منها بسرعة ومنها ببطء خلاف النجوم الثابتة التي لا تتغير
 مواقعها بنسبة بعضها الى بعض الا بعد اقران كثيرة وقد انقسمت السيارات الى قسمين وهما السيارات
 السفلى والسيارات العليا اما السفلى فهي التي افلاكها داخل فلك الارض وهي ثلاثة فلكان وعطارد
 والزهرة واما العليا فهي التي افلاكها خارج فلك الارض وهي خمسة المريخ والمشتري وزحل
 واورانوس ونبتون فجلة السيارات الكبار مع الارض تسعة وبين فلك المريخ وفلك المشتري اجرام كثيرة
 صغيرة تدور حول الشمس ايضاً كل واحد في فلكه سُميت الشبهات بالسيارات وسُميت ايضاً
 النجيمات وقد انكشف منها ١٢٥ جرماً وهي تحت زيادة لان عددها الحقيقي غير معروف

ولبعض السيارات اقمار تدور حولها وتدور معها حول الشمس فللارض قمر واحد والمشتري اربعة
 اقمار ولزحل ثمانية ولاورانوس اربعة على الاصح ولنبتون قمر فجلة الاقمار ١٨ فمراً فكل هذه الاجرام اي
 $9 + 18 = 27$ جرماً معروفة مع النجيمات المعروفة الى الآن $125 + 27 = 162$ مع الشمس

يتألف منها ما سُمِّي في عرف علماء الهيئة النظام الشمسي
وكل هذه الاجرام تتحرك من الغرب الى الشرق في دورانها حول الشمس الا اقمار اورانوس
ونبتون . اما النجوم المعروفة فتتحرك من الغرب الى الشرق ايضاً غير ان سطوح افلاكها مائلة على
سطح دائرة البروج اكثر من سطوح افلاك السيارات الكبار فقد بلغ ميل فلك بعضها على سطح دائرة
البروج ٢٤ فلكون الحركة من الغرب الى الشرق بين البروج هي الغالبة سُميت حركة مستقيمة
والحركة من الشرق الى الغرب سُميت متعقبة
اما الناظر الى هذه الاجرام من الشمس فيراها جميعاً تدور من الغرب الى الشرق بين البروج
ابداً خلاف الناظر اليها من الارض فانه يراها تارة تتقدم بين البروج من الغرب الى الشرق واخرى
تتقه من الشرق نحو الغرب كما سيأتي بيانه



شكل ١٠١

اما السيارات السفلى فلا تمرى الا الى جهة الشمس والعليا تمرى تارة الى جهة الشمس واخرى
في الجهة المتقابلة من السماء فللسيار الاعلى اقتران ٨ واستقبال ٨ اما السيار السفلى فله اقتران
فقط فتمى كانت الارض على جانب واحد من الشمس والسيار على الجانب المتقابل منها قيل انه في
الاقتران الاعلى ومتى كان بين الارض والشمس قيل انه في اقتران اسفل وبعد عن الشمس شرقاً او
غرباً اي للزاوية الحادة بين خط من مركز الارض الى مركز الشمس واخرى الى مركز السيار سُميت
ثمانيه فتمى كان المشرق في الشمس بغير بعد ما فيكون نجم الغروب ومتى كان الى غربها يشرق قبلها
فيكون نجم الصبح ومتى كان في الاقتران الاعلى يكون كل وجهه المنور نحو الارض فيكون بداراً ومتى
كان في الاقتران الاسفل يكون هلالاً وكل ذلك يتضح من شكل ١٠١

السيار الاسفل بين معظم ثباته شرقاً ومعظم ثباته غرباً فبحركه حركة متعقبة تارة على الاقتران
الاسفل وبين معظم ثباته غرباً ومعظم ثباته شرقاً فبحركه مستقيمة مارة على الاقتران الاعلى

ومنى توسط بين الارض والشمس تماماً يقع ظله على سطح الشمس فترى نقطة سوداء تعبر على قرص الشمس وهذه الرؤية سُميت عبوراً

ومن الامور التي تشترك فيها كل السيارات

(١) تدور حول الشمس الى جهة واحدة اي من الغرب الى الشرق اي الى عكس حركة غروب الساعة لناظر على الجانب الشمالي من دائرة البروج

(٢) افلاكها هليجيات غير انها لا تختلف كثيراً عن دوائر

(٣) افلاكها مائلة على دائرة البروج وتقطعها في نقطتين متقابلتين سُميتا العقدتين فنصف فلك السيارة الى شمالي فلك الارض والنصف الآخر الى جنوبيه

(٤) هي اجرام مظلمة تُرى بواسطة نور الشمس المنعكس منها اليها

(٥) تدور على محاورها مثل الارض كما يعلم في اكثرها بالرصد ويقاس المجهول على المعروف فلها نعاقب الليل والنهار غير ان ايامها تختلف عن ايامنا طويلاً

(٦) على موجب قواعد الجاذبية حركتها اسرع في الاقسام من الافلاك الاقرب الى الشمس وابطا في الاقسام البعيدة عن الشمس اي اسرع عند نقطة الراس وابطا عند نقطة الذنب وكل السيارات خاضعة لقواعد كيبلراي

(١) تدور في هليجيات والشمس في احد المحترقين

(٢) القطر المحامل يمر على مساحات متساوية في اوقات متساوية

(٣) مربعات المذات تناسب كموب معدل الابعاد اي اذا انقسمت مربعات المذات على كموب معدل الابعاد يكون الخواارج متساوية كما يرى من هذه القائمة والفرق بين الكميات في العمود الرابع هو من خطأ في الرصد وقد تركت فيها الفاصلة الدالة على الكسور العشرية

سيار	معدل بعد a	مذات p	$\frac{p}{a^2}$
فلكان	0.143	$19^{\circ}7$	122716
عطارد	0.3871	$87^{\circ}969$	122421
الزهره	0.72333	$224^{\circ}701$	122412
الارض	1.00000	$365^{\circ}256$	122408
المريخ	1.52369	$687^{\circ}979$	122410
سبيرس	2.77662	$1779^{\circ}800$	122210
المشتري	5.20277	$4332^{\circ}080$	122294

ابعاد السيارات ومداتها

سيار	معدل بعد a	مدات p	$\frac{r_p}{r_a}$
زحل	٩'٥٢٨٧٨	١٠٧٥٩'٢٢٠	١٢٢٤٠١
اورانوس	١٩'١٨٢٢٩	٢٠٦٨٦'٨٢١	١٢٢٤٢٢
نبتون	٣٠'٠٢٦٨٠	٦٠١٢٦'٧١٠	١٢٢٤٠٥

وهذه القاعدة تصح ايضا في الافار كما ترى من قوائمها هذه

قائمة افار زحل

مياس	a	p	$\frac{r_p}{r_a}$
مياس	٣'٢٦	٩٤	٢٢٧٦٢
انكيلادس	٤'٣١	١'٢٧٠	٢٢٤٤٢
تيتس	٥'٢٤	١'٨٨	٢٢٢١١
ديوني	٦'٨٤	٢'٧٢	٢٢٢٨٩
رهبيا	٩'٥٥	٤'٥١	٢٢٢٥٢
نبتان	٢٢'١٤	١٥'٩٤	٢٢٤١٢
هيدريون	٢٨'٠٠	٢١'٢٩	٢٠٦٤٨
باينوس	٦٤'٢٦	٧٩'٢٢	٢٢٦٠٦

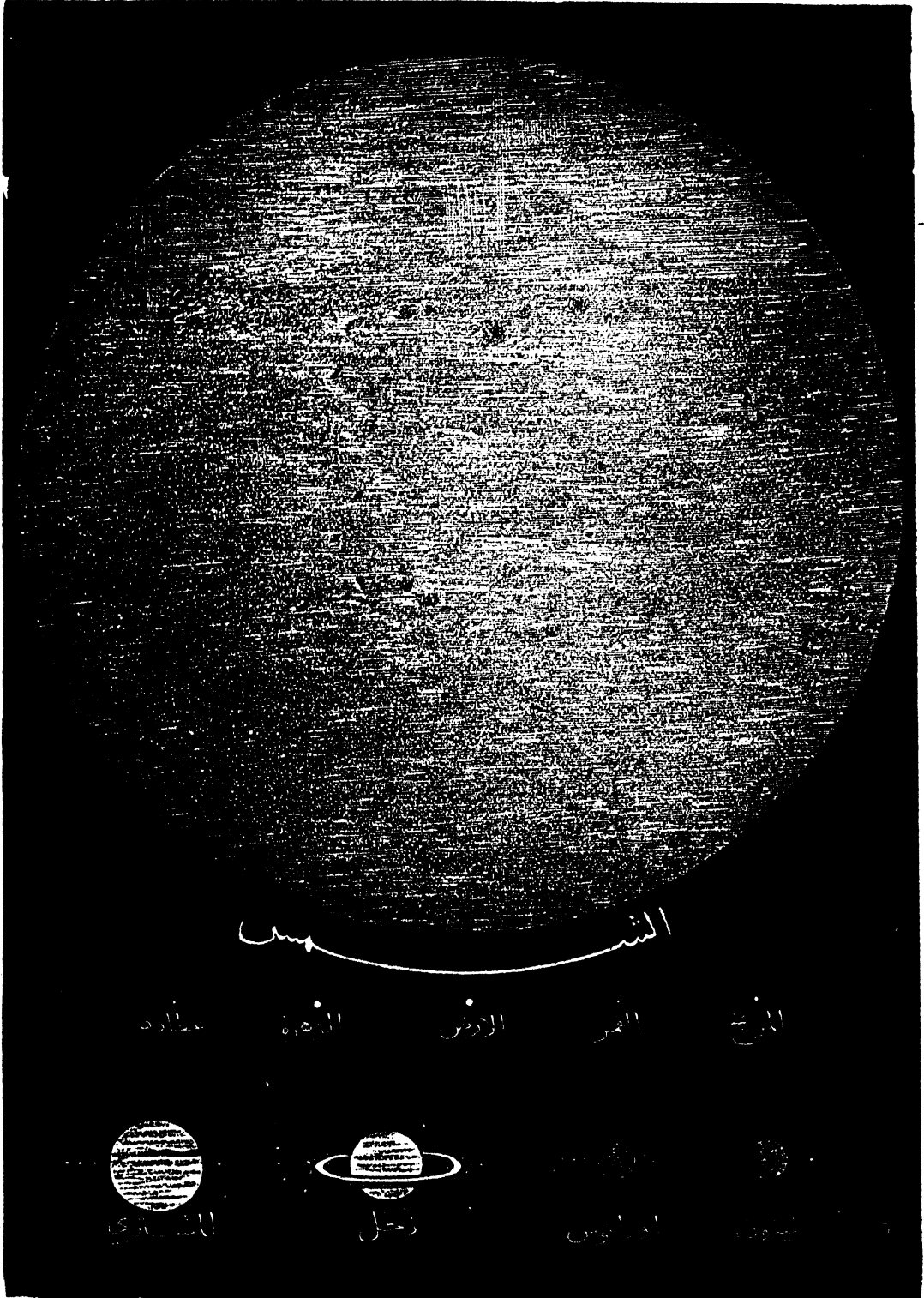
افار المشتري

	a	p	$\frac{r_p}{r_a}$
١	٢'٠٥	١'٧	١٤١٤٧
٢	٩'٦٢	٣'٥٥	١٤١٥٦
٣	١٥'٢٥	٧'١٥	١٤١٢٥
٤	٢٦'٩٩	١٦'٦٩	١٤١٦٨

افار اورانوس

	a	p	$\frac{r_p}{r_a}$
١	٧'٤٤	٢'٥٢	١٥٤٢٠
٢	١٠'٢٧	٤'١٤	١٥٢٧٠
٣	١٧'٠١	٨'٧١	١٥٤١٤
٤	٢٢'٧٥	١٢'٤٦	١٥٢٨٧

اما نسبة السيارات بعضها الى بعض جرماً فيعين على تصورها ما قيل في ذلك في آخر الحدود (انظر صحيفة ١٢)



شكل ١٠٢ اقدار الشمس والسيارات واقمارها النسبية

قد اشتهر بؤد من برلين في سنة ١٧٢٨ قاعدة كشفها نيبوس من ونبرج وقد أطلق عليها قانون

بود انتساباً للذي اشتهر أولاً وهو هذا

خذ السلسلة الهندسية

٣ ٦ ١٢ ٢٤ ٤٨ ٩٦ ١٩٢ ٣٨٤

اضف الى كل عدد ٤ واقسم على ١٠ فتصير

٤ ٧ ١٠ ١٦ ٢٨ ٥٢ ١٠٠ ١٩٦ ٣٨٨

فهذه الاعداد تدل على ابعاد السيارات عن الشمس بالتقريب اي امثال نصف قطر فلك الارض في بعد كل سيار كما يرى من هذه القائمة

سيار	بعد عن ☉ الحقيقي	بعد حسب قانون بود
عطارد	٣٨٧	٤ او ٤٠٠
الزهرة	٧٢٣	٧ " ٧٠٠
الارض	١٠٠٠	١٠ " ١٠٠٠
المريخ	١٥٢٣	١٦ " ١٦٠
سيرس	٢٧٦٦	٢٨ " ٢٨٠
المشتري	٥٢٠٣	٥٢ " ٥٢٠
زحل	٩٥٣٩	١٠٠ " ١٠٠٠
اورانوس	١٩١٨٢	١٩٦ " ١٩٦٠
نبتون	٣٠٠٣٧	٣٨٨ " ٣٨٨٠

ولما اشتهر بود هذا القانون لم يكن قد انكشف احد النجوم واذ لاحظ الخلاء بين ١٦ و ٥٢ انبأ بكشف سيار في المسافة بين المريخ والمشتري . معظم الخلل في هذا القانون هو في بعد نبتون كما ترى من القائمة ولعل ذلك من خلل في رصد السيار وخلاصة هذا القانون هي ان المسافة بين سيارين هي مضاعف المسافة بين المتواليين الاسفلين ونصف المسافة بين المتواليين الاعلىين

فقد انقسمت السيارات بمجموعة النجوم الى قسمين الاول القسم الداخلي اي عطارد والزهرة والارض والمريخ والثاني القسم الخارجي اي المشتري وزحل واورانوس ونبتون ومن اوجه الاختلاف بين القسمين هذه الثلاثة

(١) سيارات القسم الاول لا اقارلها ما عدا الارض ولكل من سيارات القسم الثاني اقار

(٢) نسبة معدّل كثافة القسم الاول الى كثافة القسم الثاني :: ١ : ٥ تقريباً

(٢) معدّل طول يوم القسم الأوّل اي مدّة دوران هذه السيارت على محورها اطول من يوم القسم الثاني فمعدّل يوم القسم الأوّل ٢٣° ٥٩' ٤٥" ومعدّل يوم القسم الثاني ٢٠° ٥٨' ٣٠"

اسم	مادة	كثافة	ثقل نوعي
☉ الشمس	٢٥٤٠٠٠	٠.٢٥	١.٤
♀ عطارد	٠.١٣	٢.٧٨	١١.٠
♀ الزهرة	٠.٨٨	٠.٩٧	٥.٢
⊕ الارض	١.٠٠	١.٠٠	٥.٥
♂ المريخ	٠.١٣	٠.٧٢	٢.٩
♂ المشتري	٢٢٨.٠٢	٠.٢٤	١.٣
♂ زحل	١٠١.٠٦	٠.١٣	٠.٧
♂ اورانوس	١٤.٧٩	٠.١٥	٠.٨
♂ نبتون	٢٤.٦٥	٠.٢٧	١.٥

اقطار الشمس والسيارات وجرمها

☉ الشمس	قطر	قطر ظاهري	جرم
٨٥٢٥٨٤	٢٢		١٢٤٥١٢٠
♀ عطارد	٢٩٥٠	" ٨	$\frac{1}{19}$
♀ الزهرة	٧٨٠٠	" ١٧	$\frac{1}{10}$
⊕ الارض	٧٩١٢		١
♂ المريخ	٤٥٠٠	" ٦	$\frac{1}{7}$
♂ المشتري	٨٩٠٠٠	" ٣٧	١٤٠٠
♂ زحل	٧٩٠٠٠	" ١٦	١٠٠٠
♂ اورانوس	٢٥٠٠٠	" ٤	٨٦
♂ نبتون	٢١٠٠٠	" ٢	٦٠

فَيَرى من هذه القائمة ان نسبة

قطر المشتري	:	قطر الارض	:	١١	:	١	تقريباً
" زحل	:	" الزهرة	:	١٠	:	١	"
" اورانوس	:	" المريخ	:	٨	:	١	"

قطر نبتون	:	قطر عطارد	::	١٠	:	انقرياً
المجتمع	:	المجتمع	::	١٠	:	"
الشمس	:	المشتري	::	١٠٠٠	:	"
الشمس	:	الكل	::	٧٠٠	:	"

ومن الامور الاتفاقية المستغقة الاعتبار في هذه الاجرام

(١) انه اذا ضرب قطر الارض (٧٩١٢ ميلاً) في ١.٨ = ٨٥٤٤٩٦ = + قطر الشمس اميالا

(٢) اذا ضرب قطر الشمس (٨٥٢٥٨٤) \times ١.٨ = ٩٢٠٧٩٠٧٢ = + معدل بعد

الارض عن الشمس

(٣) اذا ضرب قطر القمر (٢١٦٠) ميلاً \times ١.٨ = ٣٨٩٢٨٠ = + معدل بعد القمر

عن الارض

بعد السيارات عن الشمس

اسم	معظم	اقرب	معدل
عطارد	٤٢٦٦٥٥٦٠	٢٨١١٩٧١٦	٢٥٢٩٢٦٢٨
الزهرة	٦٦٥٨٥٩٤٧	٦٥٦٧٧٠٠٩	٦٦١٢١٤٧٨
الارض	٩٢٩٦٥٤٨٩	٨٩٨٩٤٩٥١	٩١٤٣٠٢٢٠
المريخ	١٥٢٢٨٢٩٢٦	١٢٦٣٤٠٥١٦	١٢٩٢١٢٢٢٦
النجيمات			٢٤٥٠٠٠٠٠٠
المشتري	٤٩٨٦٠٢٧٦٨	٤٥٢٧٨٢٥٣٠	٤٧٥٦٩٢١٤٩
زحل	٩٢١١٠٥٠٢٧	٨٢٢١٦٤١٢٩	٨٧٢١٢٤٥٨٢
اورانوس	١٨٣٥٧٠٠٨٢٥	١٦٧٢٠٠١٢٧٩	١٧٥٢٨٥١٠٥٢
نبتون	٢٧٧٠٢١٧٣٤٤	٢٧٢٢٢٢٥١٢٠	٢٦٤٦٢٧٢٢٢٢

دوران السيارات النجمي واليومي

اسم	دوران نجمي شهراً	دوران نجمي اياماً	حركة يومية معدل	دوران على المحور
عطارد	٣ اشهر	٨٧٩٦٩	٥' ٤" ٢٢٦	٢٤' ٩١ ساعة
الزهرة	٧ ١/٢	٢٢٤٧٠١	١' ٢٦" ٧	٢٢' ٢٥
الارض	١ سنة	٣٦٥٢٥٦	٥٩' ٨" ٢	٢٤' ٠٠
المريخ	٢	٦٨٦٩٨٠	٢١' ٢٦" ٥	٢٤' ٦٦

اسم	دوران نجمي اشهرًا	دوران نجمي ايامًا	حركة يومية معدّل	دوران على المحور
النجميات	$\frac{4}{3}$ "			
المشتري	١٢ "	٤٢٢٢'٥٨٥	٠' ٤' ٥٩"	٩٢٢' ساعة
زُحل	٢٩ "	١٠٧٥٩'٢٢٠	٠' ٢' ٠٥"	١٠٤٨' "
اورانوس	٨٤ "	٢٠٦٨٦'٨٢١	٠' ٠' ٤٢"	
نبتون	١٦٤ "	٦٠١٢٦'٧١٠	٠' ٠' ٢١"	

فُلْكَان

(٢٧٥) منذ نحو ١٥ سنة كان لا قريبر في اصطناع زئج لعطارد فوجد خطأ في حركة نقطة الرأس المحسوبة له قبل وزعم ان ذلك الخطأ لا يُعْلَل عنه إلا بان جرم الزهرة هو $\frac{1}{10}$ اكبر من الجرم المحسوب لها او بوجود سيار فلكه داخل فلك عطارد منه اضطراب حركات عطارد واعلن فكره هذا في خريف سنة ١٨٥٩ ولما اشتهر هذا الرأي تقدم طيب من مقاطعة ابورولوار في فرنسا اسمه لسكار بولت وقال انه في تلك السنة نفسها في ٢٦ اذار رأى جرمًا يمر على قرص الشمس زعم انه سيار ولكنه لم ينجس على اشتهار ما رآه حتى برأه ثانية واخبر عن كيفية ظروف نظره اياه فزاره لا قريبر وقرره واقتنع بانه قد شاهد مرور سيار على قرص الشمس ومن رصود لسكار بولت حسب لا قريبر مبادي السيار بالتقريب

طول العقدة الصاعدة	١٢' ١٥"
ميل فلكه	١٢' ١٠"
نصف المحور الاطول ($1 = \oplus$)	١٤٢' ٠"
حركة يومية شمسية	١٨' ١٦"
منه دوران حول الشمس	١٩' ٦٧"
معدّل بعد عن الشمس	٨٢٠٠٠' ١٢ ميل
قطر الشمس الظاهر منه	٢' ٢٦"
معظم تباينه	٨'

وفي ٢٠ اذار سنة ١٨٦٢ كان المعلم لومس في منشستر برصد الشمس بين الساعة ٨ و ٩ صباحًا فرأى نقطة مسند به سريعة الحركة تمر على قرص الشمس ووجه نظره واحد من اصحابها اليها وبعد ما رصدها نحو ٢ دقيقة التزم ان يترك الرصد ولكنه لم يشك في كون تلك النقطة سيارًا فظهر

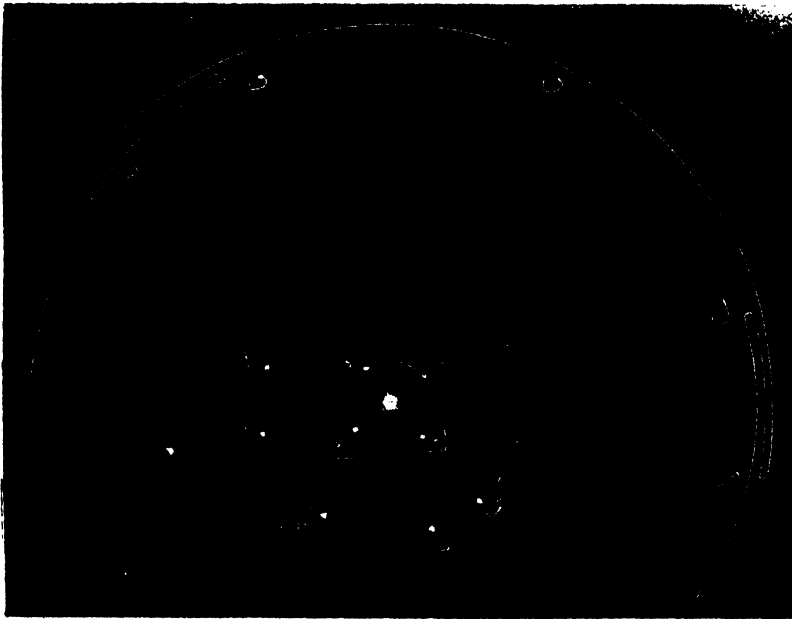
سائر نحو الارض بظهر كانه ثابت مة عند ا وفي مروره من ا الى ب بظهر كانه مر من آ الى ب اي على حركة متقهرة وعند ب يثبت قليلاً لانه سائر عن الارض ولكون الشمس عند ش يمر عليها السيار بحركته المستقيمة والمتقهرة ومتى كان عند س فهو في الاقتران الاسفل اي متى كان السيار بين الشمس والارض وعند د الاقتران الاعلى اي متى كان في الجهة المتقابلة من فلكه والشمس بينه وبين الارض ومتى كان عند ب او ا قيل انه في معظم تباينه ومتى كان في الاقتران الاعلى فحركته مستقيمة ومتى كان في الاسفل فحركته متقهرة ولو كانت الارض ساكنة حسب



شكل ١٠٢

ما فرضنا لبان السيار ثابتاً مة عند تباينه الاعظم

(٢٧٨) وتغير روية هذه الحركات بحركة الارض في فلكها الى نفس جهة حركة عطارد اي من الغرب الى الشرق كما يتضح من شكل ١٠٤ وعطارد يدور نحو اربع مرات حول الشمس بينما تدور الارض مرة واحدة حولها فمن ذلك نطول قوس الحركة المستقيمة وتقصير قوس الحركة المتقهرة



شكل ١٠٤

الظاهرة . فلنفرض الارض عند ا وعطارد عند ف فيرى بين النجوم عند ل وبينما تتر الارض الى ب يمر عطارد على الاقتران الاسفل ويصل الى غ ويظهر عند م فكانه تهر من ل الى م . وبينما

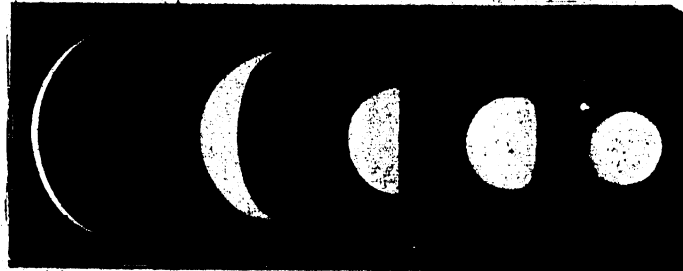
تمر الأرض الى س يكون عطارد قد مر في القوس غ ك ح فيكون في الاقتران الاعلى عند ن
وبينما تمر الأرض الى د بدور عطارد من ح الى ف الى غ فيتقدم بين النجوم الى ر ثم بينا تمر الأرض
الى ي يمر عطارد من غ الى ك فيظهر وكأنه نحرّك من ر الى ق ثم يأخذ بالتقدم ايضاً وهمّ جراً
اي بحركة الأرض تطول قوس الحركة المستقيمة وتقصّر قوس الحركة المنهجرة وقوس التمهفر
تتغير بين $22^{\circ} 9'$ و $44^{\circ} 15'$

(٢٧٩) لو كانت الأرض ثابتة كما فرض شكل ١٠٢ لظهر السيار ثابتاً وهو عند ا وب حيث
يلاني دائرة ماسان من الأرض ولكن حركة الأرض تقرب نقطة الثبات نحو الاقتران الاسفل
قليلاً . لانه لا يظهر ثابتاً الا اذا عدلت حركة الأرض حركة السيار المتعكسة ونلك النقطة عندما
يبلغ ثباته 15° او 20° حسبا يكون السيار اقرب الى نقطة الرأس او نقطة الذنب من فلكه

(٢٧٠) دوران سيار القانوني هو المدة بين اقتران واقتران من نوع واحد اي بالنسبة الى
الأرض لا بالنسبة الى نجم ما ومدة دوران عطارد القانوني هي ١١٦ يوماً اي نحو شهر اطول من دورانه
النجمي الذي هو ٨٧ يوماً ٢٢ ساعة و 15° و $42'$. ومباينة فلكه نحو ا اي اكثر من مباينة فلك
الأرض التي هي $\frac{1}{3}$ فيكون الفرق بين المحور الاطول ومنضمه $\frac{1}{3}$ من اكبرها فقط وميل فلكه على
دائره البروج 7° كما تقدم وحركته اليومية نحو 240000 ميل كل يوم اي 100000 ميل كل
ساعة ونحو 28 ميل كل ثانية



شكل ١٠٥ عطارد بين الاقتران الاعلى والاسفل اي بعد الغروب



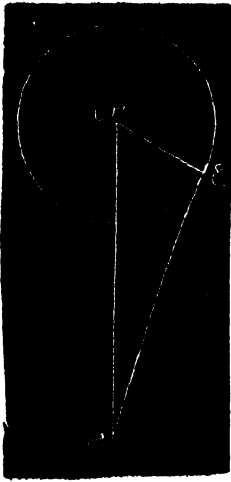
شكل ١٠٦ عطارد بين الاقتران الاسفل والاعلى اي قبل الشروق

(٢٧١) عند الاقتران الاسفل س شكل ١٠٢ يتجه نحو الأرض جانب السيار المظلم فيكون
مثل القمر في الحاق وعند الاقتران الاعلى د يرى كل وجهه المتوربين هاتين النقطتين يظهر هلالاً

او نصف وجهه واكثر مثل القمر (شكل ١٠٥ و ١٠٦) اما معظم نوره فليس عند الاقتران الاعلى لزيادة
بعك حينئذ ولا عند الاقتران الاسفل لكون وجهه المظلم منجهاً نحونا حينئذ بل بين معظم نباينها والاقتران
الاعلى متى كان بينه وبين الشمس نحو ٢٢ اما نسبة قطر الظاهر في الاقتران الاسفل اليه في الاعلى :: $\frac{1}{2} : \frac{1}{3}$
قد تقدم ان قطر عطارد يعدل نحو $\frac{1}{2}$ معدل قطر الارض فنسبة مساحة سطح الارض الى
مساحة سطح عطارد :: $1 : 14$ ونسبة جرمها الى جرمه :: $1 : 52$ ونسبة مادتها الى مادته
:: $1 : 65$.

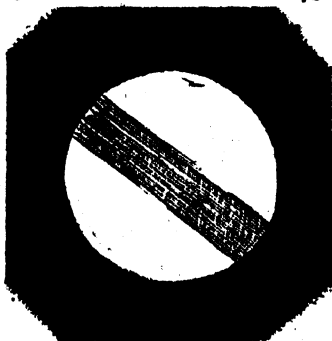
(٢٧٢) بعد سيار اسفل عن الشمس يستعلم بقياس نباينه الاعظم. مثاله ان كان عند ع
(شكل ١٠٧) فلنا ش ص ع وص ع ش قائمة وش ص معروف فنستعلم ش غ وبتكرار
الرصد في مواضع مختلفة من فلكه نستعلم هيئة فلكه.

(٢٧٣) قد يتفق عند الاقتران الاسفل ان عطارد يتوسط بين الارض والشمس فيعبر على
وجه الشمس ويرى على سطحها على هيئة نقطة سوداء. ولو وافق سطح فلكه سطح دائرة البروج لحدث
هذا العبور عند كل اقتران اسفل وبما انه مائل عليه 7° لا يحصل الا اذا
كان السيار بقرب العقدة عند الاقتران بحيث يكون بعد عن دائرة البروج
اقل من نصف قطر الشمس الظاهري اقل من $16'$ وحد العبور $102'$
عن العقدة والعقدتان واقعتان في القسم من دائرة الارض الذي تمر به في
تأ وبار فلا يحدث عبور عطارد الا في هذين الشهرين وبالاكثر في ت
لان السيار حينئذ اقرب الى الشمس. وللعقدتين نقطتان تقعر من جهة موضعها فعلى
نمادي السنين يتغير شهر العبور



(٢٧٤) بينما تدور الارض ١٢ دورة من عقدة الى عقدة بدور عطارد

٥٤ دورة تقريباً فكل ١٢ سنة يعود الجرمان الى النسبة الاولى بينهما موقعاً. شكل ١٠٧
واقصر المداات بين عبور وعبور عند العقدة الواحدة ٧ سنين فيها يدور عطارد ٢٩ دورة تقريباً و٧



$2 + \frac{1}{2} = 2\frac{1}{2}$ اي ربما يحدث عبور عند العقدة الاخرى بعد $2\frac{1}{2}$ سنين

افرض

ع = مرار دوران الارض

ع = " " السيار

س = طول سنة الارض النجمية

س = " " السيار

شكل ١٠٨ منطقة استوائية على عطارد

فلنا $ع س = ع س$

(٥٦)

$$\frac{ع}{س} = \frac{ع}{س}$$

ومدة الارض ٣٦٥٢٥٦ يوماً ومدة عطارد ٨٧٩٧ يوماً فحسب معادلة (٥٦) لنا

$$\frac{٢٣}{١٣٧} \times \frac{١٣}{٥٤} \times \frac{٧}{٢٩} = \frac{ع}{س}$$

اما حد العبور فيستعلم هكذا

ليكن ي ي قوساً من دائرة البروج (شكل ١٠٩) و و قوساً من فلك

السيار و ع العقدة و ص ف تباین

السيار عند الماسة = $\frac{١}{٢} ق الشمس + \frac{١}{٢} ق$

السيار فيكون ص ع حد العبور

افرض ص ع ف اي ميل فلك السيار = م

ص = " ص ف

و ص ع = حد العبور ح =

فلنا في المثلث القائم الزاوية ص ع ف

$$\frac{١}{٢} ق \times ج ص = ج م \times ج ح \text{ اي}$$

(٥٧)

$$\frac{ج}{٢ ح} = \text{جيب ح}$$

و ص = $\frac{١}{٢} ق الشمس + \frac{١}{٢} ق السيار +$ اختلافه الافقي الا اختلاف الشمس الافقي كما تقدم في

الكسوف

وبما ان ص كمية متغيرة وم كذلك فقيمة ح متغيرة

حدث عبور عطارد ث ١٨٦١ سنة ٤ ث ٦٨ وسجده ث ٧ ٨١ وبار ٩ سنة ٩١

و ث ١٠ سنة ٩٤

اما مدة العبور فتختلف كثيراً وقد تدوم ٨ ساعات

(٢٧٥) عند عبور عطارد برى ظله على سطح الشمس دائرة تامة ومن ثم يظهر انه غير مسطح

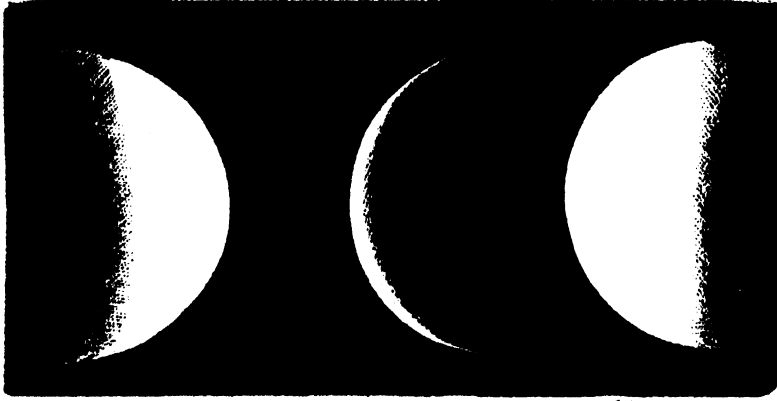
عند قطبيه خلاف الارض وقيل هو $\frac{١}{٣٩}$ والخط الفاصل بين الجزء المنور والمظلم غير مستقيم مثل

الخط الفاصل في القمر (شكل ١١٠) وذلك دليل على عدم استواء سطحه وقد حسب بعضهم ارتفاع

بعض جباله ١١ ميلاً والنور يقل تدريجاً نحو الخط الفاصل وذلك دليل على وجود كرة هوائية فيه

(٢٧٦) من شدة النور عند عطارد بعسر معرفة ميل محوره على سطح فلكه وقد عين ذلك

بعضهم ٧٠ غير ان الامر لم يؤكد (ميل محور الارض على دائرة البروج = $66\frac{1}{4}$) فيل سطح فلكه على خطه الاستوائي = ٢٠ وقال بعضهم ان ميله اكثر من ذلك كثيراً وعلى ذلك يكون اختلاف فصوله عظيماً جداً



شكل ١١٠ رؤى عطارد القرن المجنولي ابتر

متى كان اقرب الى الشمس فنوره وحرارته من الشمس $\frac{1}{10}$ امثال نور الارض وحرارتها وعند البعد الابعد يقلان اكثر من نصف مقدارها وكل فصل من فصوله نحو ٢ اسابيع فان كان فيه حياة تكون على غير هيئة الحياة على الارض نباتية كانت او حيوانية غير انه قد يمكن ان تلتطف الحرارة والنور بواسطة هوائه الكروي. فان رؤوس جبال حملايا المكسية ثلوجاً موبدة هي اقرب الى الشمس من سهول هندستان المحرقة. اما كثافته فضاغف كثافة الارض وتعديل كثافة الذهب تقريباً ولكن من صغره تكون المجاذبية على سطحه ما هي على سطح الارض فتخف الاوزان على سطحه على هذه النسبة

بما انه ليس لعطارد قمر معروف فمعرفة مادته عسرة وقد حسبها البعض من فعله في نجم ذبى ذنب معروف بهذا ذنب انكي فكانت حسب انكي $\frac{4870701}{1}$ من الشمس وحسب لاقريبر $\frac{43481000}{1}$ وحسب لثرو $\frac{3030810}{1}$ وحسب ميدلر $\frac{4870333}{1}$ لاستعلام موقع هذا السيار يعتمد على زيج لاقريبر

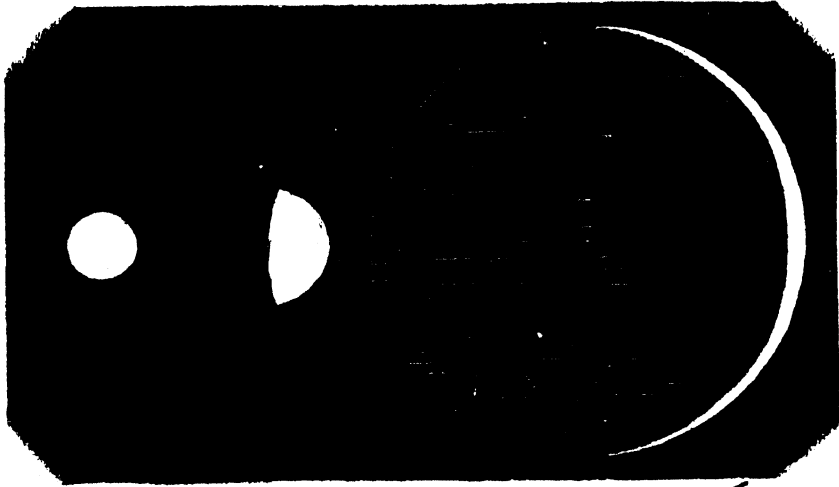
الزهرة ♀

(٢٧٧) معدل بعدها عن الشمس ٦٦١٢١٠٠٠ ميل وقلته مبابنة فلكها اي ٠٠٠٠٠ لا يختلف بعدها عن الشمس كثيراً فبعدها الابعد ٦٦٥٨٥٠٠٠ والاقرب ٦٥٦٧٧٠٠٠ ومدة دورانها $\frac{1}{4}$ اي ٢٢٤ ١٦ ٩ ٨ وقطرها الظاهر عند الاقتران الاعلى ٩ ٧" وعند الاسفل ٦٦ ٥" وعند معظم نباتها نحو ٢٥" ومعدل ١٧ ٥٥" وحسب بعضهم ١٦ ٩٤٤" فقطرها الحقيقي

٧٥١٠ اميال ويومها ٢٥' ٢٢ ساعة وثقلها النوعي ٥' ٢ ولا يُعرف مقدار التسطيع عند القطبين
 أما حركاتها فمثل حركات عطارد أي حركة مستقيمة ومنتهقرة ومعظم تباينها ٤٧' ١٥ ومدتها
 النجمية لا تفرق عن مدة الأرض النجمية إلا قليلاً فتطول بذلك مدتها القانونية $\frac{1}{3}$ سنة تقريباً أي
 ٢٢' ٥٨ يوماً فتكون نحو ٢٩٢ يوماً إلى شرقي الشمس ومثل ذلك إلى غربيها أي تكون نجم الصبح
 ونجم الغروب ٢٩٢ يوماً على التعاقب

فبعد نتهقها من ل إلى م (شكل ١٠٤) تتحرك بالاستقامة $\frac{1}{3}$ دورة قبل الحركة النتهقرية
 الثانية من ر إلى ف

للزهرة رؤية مثل رؤية عطارد من جهة كونها هلالاً وبدراً ولها أيضاً اقتران اسفل وأعلى غير
 أن قطرها الظاهري هلال ٦ مرات ونيف قطرها وهي بدر لان بعدها عن الأرض عند الاقتران
 الاسفل ٩٢٠٠٠٠٠ - ٦٦٠٠٠٠٠ = ٢٦٠٠٠٠٠ ميل وعند الاقتران الأعلى = ٩٢٠٠٠٠٠ +
 ٦٦٠٠٠٠٠ + ١٥٩٠٠٠٠٠ ومعظم نورها هو متى كان تباينها ٤٠° أي بين التباين الأعظم
 والاقتران الاسفل وإذا ذلك فقد تشاهد طول النهار



شكل ١١١ الزهرة في الاقتران الاسفل وفي التربع والاقتران الأعلى

(٢٧٨) اقتران الزهرة والشمس يقع في مكان واحد من السماء كل ثماني سنين لان مدتها

القانونية = ٥٨٤ يوماً ومدتها النجمية = ٢٢٤' ٧ يوماً فلنا

٢٢٤' ٧ : ٢٦٠ :: ٥٨٤ : ٩٣٥' ٦ = قوس الطول الذي تمر به الزهرة بين اقتران

واقتران اطرح ٧٣٠ أي دورتين كاملتين يبقى ٢١٥' ٦ أي مقدار تقدم الاقتران الثاني على الأول

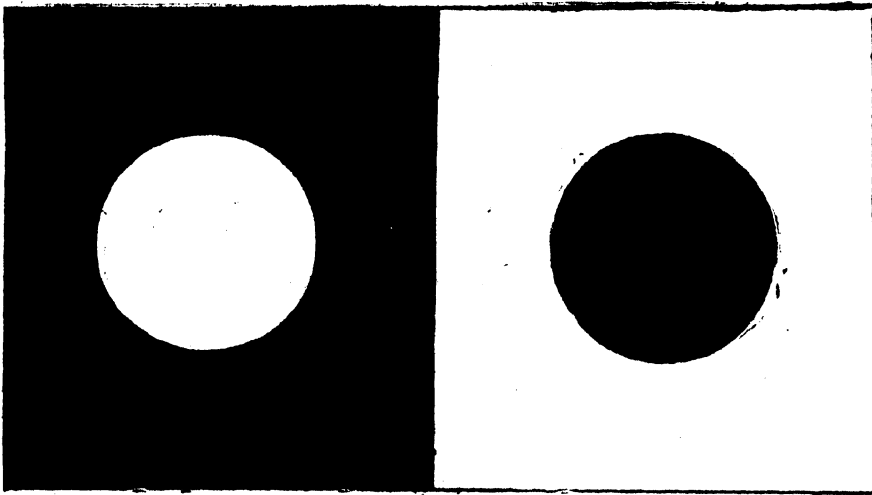
فاذا في خمس دورات قانونية أو ٢٩٢٠ يوماً تكون نقطة معينة من دائرتها قد تقدمت ٢١٥' ٦

٥ × ١٠٧٨ = ٥٣٦٠ فاذا في نهاية خمس دورات قانونية أي ٢٩٢٠ يوماً = ٨ سنين يعود

الاقتران إلى النقطة التي كان فيها قبل ثماني سنين فتعود رؤيتها من الأرض على نسق واحد في

كل ٨ سنين تقريباً

في شكل ١١٢ القرص الاسود على قدر الابيض تماماً والابيض بالظاهر اكبر وذلك من الاشعاع يو يظهر جسم منور اكبر مما هو حقيقة فالقسم المنور من القمر ومن الزهرة يظهر كأنه قطعة من كرة اكبر من كرة القسم المظلم فيكبر بذلك القطر الظاهر لكل جرم نير عن حقيقة



شكل ١١٢ فعل الاشعاع في قدر جرم الظاهر

(٢٧٩) عبور الزهرة على وجه الشمس

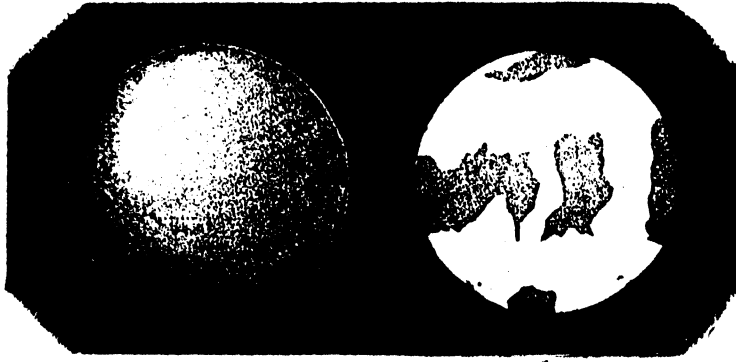
ميل دائرة الزهرة على دائرة البروج نحو $1\frac{1}{2}^\circ$ والشمس تمر على العقدتين في شهر حزيران وشهر كانون الأول فيقع العبور في هذين الشهرين

كل ما دارت الزهرة ١٢ دورة تدور الارض ٨ دورات تقريباً فاذا حدث عبور عند عقدة يحدث ايضاً عند تلك العقدة بعد ٨ سنين . ولا تنصف هذه المدة كما في دوران عطارد حتى يستعلم وقت العبور عند العقدة الاخرى لان ٨ عدد شفع و ١٢ وتر فاذا نصفناها لنا ٤ دورات للارض و $6\frac{1}{2}$ للزهرة فيكونان في جهتين متقابلتين من الشمس . اما ٢٢٥ سنة = ٢٨٢ دورة للزهرة اكثر تقريباً فعبور عند عقدة يكرر عند تلك العقدة بعد ٢٢٥ سنة ولكن نصف هذه المدة لا يدل على حدوث عبور عند العقدة الاخرى للسبب المذكور اعلاه

(٢٨٠) في ٢٢٧ سنة (اي ٢٢٥ - ٨) ٢٦٩ دورة للزهرة الا $1\frac{1}{2}$ يوم فينتظر تكرار عبور

عند عقدة ما كل ٢٢٧ سنة وعند نصف هذه المدة يتظر عبور عند العقدة الاخرى لانه بعد $11\frac{1}{2}$ دورة للارض و $18\frac{1}{2}$ للزهرة تكونان على جانب واحد من الشمس وهذه المدة اي $11\frac{1}{2}$ اذا اضيف اليها ٨ سنين او طرح منها ٨ سنين تعين عبورين آخرين فتكون المرات بين عبورين وعبور غالباً ٨ و $10\frac{1}{2}$ و $11\frac{1}{2}$ و $12\frac{1}{2}$ كما يرى ما حدث او سيجد بين سنة ١٥١٨ و ٢٠٠٤

٥	حزيران	١٥١٨	
٢	"	١٥٢٦	بعد ٨ سنين
٤	ك	١٦٢٩	" ١١٢ ١/٢ سنة
٥	حزيران	١٧٦١	" ١٢١ ١/٢ سنة
٣	"	١٧٦٩	" ٨ سنين
٨	ك	١٨٧٤	" ١٠٥ ١/٢ سنة
٦	ك	١٨٨٢	" ٨ سنين
٧	حزيران	٢٠٠٤	" ١٢١ ١/٢ سنة



شكل ١١٢ قدر الأرض والزهرة النسبي

(٢٨١) لعبور الزهرة اعتبار كلي عند علماء هذا الفن لأنه يؤسّس على اختلاف الشمس الأفقي الذي منه تنوّل إلى معرفة بعد الأرض عن الشمس ومن ثمّ بقاعدة كيلر إلى بعد السيارت جميعاً ولذلك رُصد بكل تدقيق في أماكن كثيرة سنة ١٧٦٩ فإلى واسطة لاستعلام الاختلاف الأفقي المذكور آنفاً (ع ٢٢) بمجمل خطأ ٤" ولذلك لا يُعندُ به في القمر الذي اختلافه = ١" تقريباً ولكن ٤" هي مقدار نصف اختلاف الشمس الأفقي كلاً

(٢٨٢) لما كان فلك الزهرة بين فلك الأرض والشمس فبسبب قربها يختلف موقعها باختلاف مكان الناظر على سطح الأرض كما تقدم في القمر وإن حدث عبور يختلف موقع الزهرة على وجه الشمس باختلاف مقام الناظر وفي عبور سنة ١٧٦٩ رُصد من وردهوس في لايلاند ومن لمحيي جزيرة من جزائر جنوبي البحر المحيط وكيفية استعلام اختلاف الشمس الأفقي من عبور الزهرة ننضح من شكل ١١٤

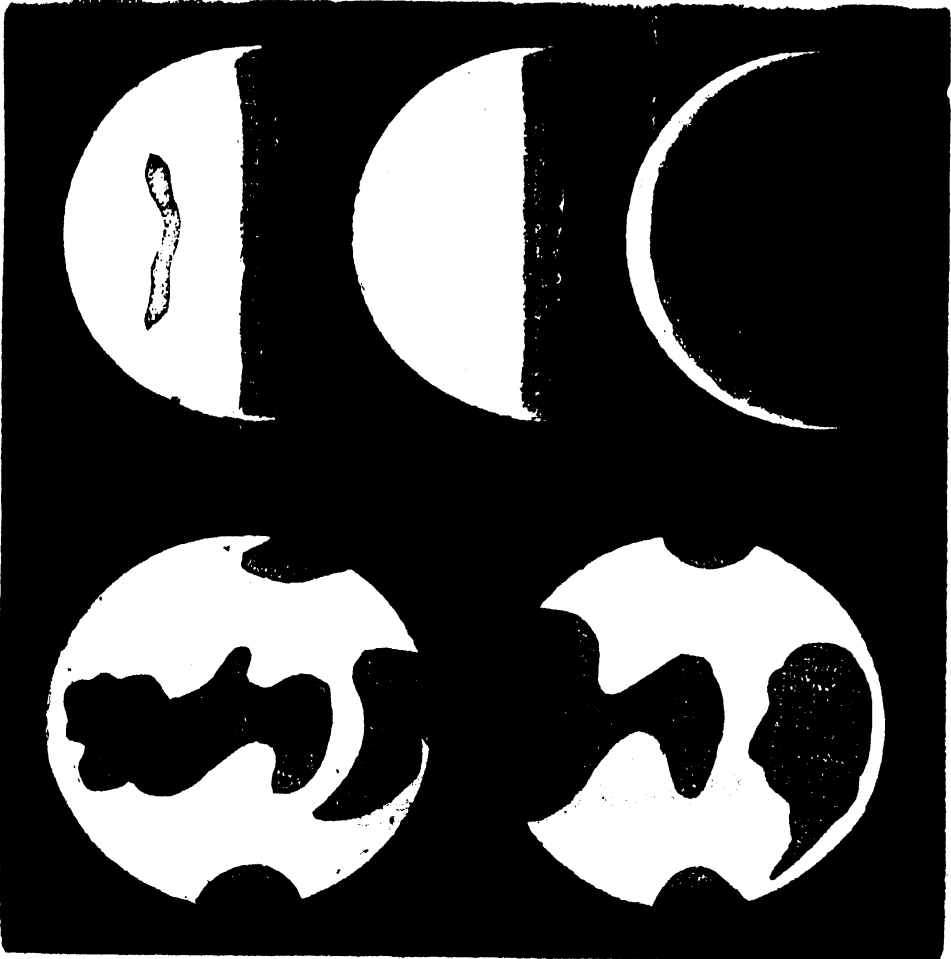
ليكن ص (شكل ١١٤) الشمس والزهرة في الأرض فناظر عند أ يرى الزهرة عند أ وناظر عند ب برأها عند ب ويجوز أن يُحسب ب و أ و متساويين وكذلك ب و أ فالملثتان أ و ب أ و ب متشابهان ولنا أ و : أ : ب : أ ب ونسبة أ و : أ : ب معروفة لأن مدّة السيارين

معروفة فتُعرف نسبة بعد الواحد منها الى بعد الآخر بقاعدة كبلر الثالثة اي
 ١ - ٧٢٣ : ٠ : ٧٢٣ : ٠ : ١ : ٦١ : ٢ تقريباً ونسبة نصف قطر الارض اي $\frac{1}{4}$ ب : نصف
 آ ب : ١ : ٢٢ : ٥ تقريباً فتُعرف نسبة اب : آ ب



شكل ١١٤

ثم لأجل استعلام آ ب في ثواني من القوس يعين الراصد وقت دخول السيار على وجه
 الشمس ووقت خروجه منه فيُعرف مدة العبور لكل راصد وحيث تُعرف حركة الشمس وحركة



شكل ١١٥ رؤى الزهرة وكلف عليها

الزهرة تحول هذه المدة الى قوس فتُعرف الدقائق في الوتر س د والوتر ر ف وفي نصفها

س آ رب واما الدقائق في $\frac{1}{2}$ في الشمس اي س ص او رص فمعروفة في المثلثين الثاني الزوايا س آ ص رب ص يستعلم ص آ و ص ب فيعرف آ ب اي يعرف الزاوية عند الشمس التي يقابلها خط مفروض على الارض ا ب الزاوية التي يقابلها $\frac{1}{2}$ في الارض اي الاختلاف الاقني

من العبور الذي رُصد في ١٧٦٩ حُسِبَ معدّل الاختلاف ٥٧٧٦' ٨" وقد تقدم ان بعض الدلائل تدل على انه اكثر من ذلك قليلاً وسوف يتعين في العبور المقبل في ٨ ك ٧٤' (٢٨٣) اذا نظرت الى الزهرة وهي على معظم تباينها تباين مثل القمر في التربع (شكل ١١٥) وبين معظم التباين والاقتران الاسفل تباين مثل الهلال (شكل ١١١) لاسيما في النهار ومن تفرّض المخطط الفاصل بتضع وجود جبال على سطحها وعليه ايضاً بعض النقط من حركتها حُسِبَ دوران الزهرة على محورها نحو ٢٤ ساعة كما تقدم ومن نقصان النور بالتدرج نحو المخطط الفاصل وبعض الكلف ظهرت لها كرة هوائية وبخارية وقد حُسِبَ علو بعض جبالها ٢٧ ميلاً غير ان ذلك تحت الشك من صعوبة رصد هذا السيار من قبل شدة لمعانه على بعض ميل محور الزهرة على سطح دائرتها وقيل انه ٧٥° واذ ذاك يتوجه كل قطب نحو الشمس دوائيك في كل دوران وتغير فصولها كل ٢٢٤ يوماً من شدة الحر الى شدة البرد

قال بعضهم بقمر للزهرة فانكر ذلك البعض. فان كان لها قمر يكون صغيراً جداً مادة الزهرة بالنسبة الى الشمس هي حسب انكي $\frac{1}{4.1839}$ وحسب لاثرو $\frac{1}{4.0871}$ وحسب ميدلر $\frac{1}{4.1718}$ وحسب لاقرير $\frac{1}{4.1310}$ لاستعلام موقع هذا السيار بعدد على زيج لاقرير

الفصل العاشر

في السيارات العليا

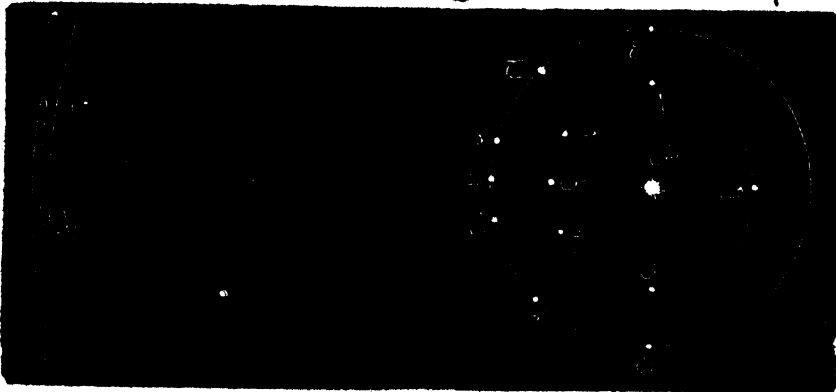
المرنج والنجيمات والمشتري وزحل واورانوس ونبتون (٢٨٤) تتناز السيارات العليا من السفلى بانها تترى على كل بعد من الشمس بين اقتران واستقبال اي بين صفر و ١٨٠° ولما كانت افلاكها خارج فلك الارض فلها اقتران اعلى واستقبال

وليس لها اقتران اسفل ولا تُرى على اوجه مختلفة مثل الزهرة وعطارد والقمر بل ترى ابدًا وجوها
المنورة لبعدها العظيم الا المرنج الذي من قربه الى الارض يرى متى كان في التربيع مثل القمر ثلاثة
ايام قبل البدر ويظهر نقص جانب المشتري الشرقي اذا كان في التربيع

المرنج ٥

(٢٨٥) معدل بعد المرنج عن الشمس ١٢٩٢١٢٠٠٠ ميل ومعظمه ١٥٢٢٨٤٠٠٠
واقلة ١٢٦٢٤٠٠٠٠ ميل وسنة ٦٨٦ ٢٣ ٢٠ ٤١ ٤١ وقطر الظاهر عند الاقتران ١ ٤ ٤ ٤ وفي
الاستقبال ٢ ٠ ٤ ومعدله ٧ ٢٨ ٧ وقد اختلفوا كثيراً من جهة تسطيعه عند قطبيه فمنهم من قال
١ ٦ ومنهم ٨ ٠ والاصح انه ما بين ١ ٥ و ١ ٣ فقطر ٥٠٠٠ ميل تقريباً ويومه ٢ ٩ ٢٩ ٢٦ ٢١ ٢١
وثقله النوعي ٢ ٩ وقيل ٢ ٩٢ ومباينة فلكه ١ ١ ١ وميل فلكه على دائرة البروج ٢ وخط الاستوائي
مائل على فلكه ٢ ٨ ٤٢ فقد يكون عن الارض ٢٢٢٠٠٠٠٠ ميل وقد يكون على بعد
٤٦٠٠٠٠٠٠ ميل منها . ومعدل حركته في فلكه ٥٤٠٠٠ ميل كل ساعة او ١٦ ميل كل ثانية
متى كان المرنج في الاستقبال والاقتران يرى بداراً ومضى كان عند التربيعين يرى أكثر من
نصف وجهه المنور كما تقدم (ع ٢٨٤)

(٢٨٦) حركة المرنج مثل سائر السيارات من الغرب الى الشرق وقد تسرع وقد تبطئ
حركته الظاهرة بسبب حركة الارض غير انه عند الاستقبال عندما تلحق الارض المرنج وتمر عليه
بالصعود المستقيم تظهر له حركة متعقبة كما يتضح من شكل ١١٦



شكل ١١٦

لنفرض الارض تدور دورة كاملة من ف الى ف بينما يدور المرنج نصف دورة من غ الى ن
فمتى كانت الارض عند ف يظهر المرنج في جهة ف غ ومتى كانت الارض عند ا يكون المرنج عند
ح ويظهر بين النجوم عند و ومتى وصلت الارض الى ب يكون المرنج عند ه فيظهر عند ط اي

حركة مستقيمة فنبتاً كل ما اقترب الى ط وبينما تمر الارض من ب الى س الى د يمر المرنج بالنوس القصير هـ ل فيظهر للارض متقهراً من ط الى ق ثم يتحرك بالاستقامة ايضاً ومتى انتهت الارض الى ي يظهر المرنج عند ر ومتى انتهت الى ف يظهر الى جهة ف ن . ولهذا السبب نفوس لكل السيارات حركة متقهرة عند الاستقبال . يتبدى التقهرة او ينهي متى كان بين المرنج والشمس زاوية تختلف بين ١٢٨' ٤٤' و ١٤٦' ٢٧' وقوس التقهرة تختلف بين ١٠' ٦' و ١٩' ٢٥' ومدة التقهرة تختلف بين ٦٠ يوماً ١٨' و ٨٠ يوماً ١٥' وتعود الارض والمرنج الى الوضع الواحد النسبي كل ٢٢ سنة تقريباً فينبغي رصد هذا السيار متى كان في الاستقبال ومتى حدث ذلك عند وقوع الارض في نقطة الذنب والمرنج في نقطة الرأس له يصير قطره الظاهر ٢٣' وذلك يحدث نحو كل ١٥ سنة وسوف يحدث سنة ١٨٧٧ وهذا الاتفاق يعود في كل ٨ سنين و ١٧ شهر تقريباً

(٢٨٧) سنة المرنج ٦٨٧ يوماً من ايامنا فيكون الفصل فيه ٥٢ اشهر وبسبب ميل خطه الاستوائي على سطح فلكه تكون منطقته الحارة اعرض من المنطقة الحارة على الارض بالنسبة الى سطح السيار . اما يومه فاطول من يومنا كما تقدم (ع^{٢٨٥}) على نسبة ١٠٠ : ٩٧ فسنه ٦٦٨ يوماً و ١٦ ساعة من ايامه وبسبب مباينة فلكه يكون الصيف في نصفه الشمالي اقصر منه في الجنوبي على نسبة ١٠٠ : ٧٩ غير انه بسبب قربه الى الشمس حيث يزد نوره وحرارته على ما في الصيف الجنوبي فيه على نسبة ١٤٥ : ١٠٠ وفصل الربيع فيه ٩٢ يوماً والصيف ١٨٠ يوماً والخريف ١٥٠ يوماً والشتاء ١٤٧ يوماً

(٢٨٨) متى نظر اليه بنظارة قوية يظهر سطحه على اختلاف الوان مثل الحاصل من بر وجر والبراكين من البحر وحول قطبه مساحة بيضاء تزيد في الشتاء وتصغر في الصيف بزعم انها من الثلوج القطبية (انظر صورة ٧) ووجود المياه تدل على البخار وكرة هوائية ايضاً والسيكروسكوب ايضاً يدل على بخار ماء فيه . والاقسام المصفرة اللون محسوبة برأ والخضرة بجرأ وعلى ذلك تكون نسبة البرأ الى البحر في المرنج عكس ما هي في الارض ولم يكشف عن تسطح قطبي لهذا السيار ان كان للمرنج اختلاف فصول كما تقدم وكرة هوائية وماء والبحر فظروفة واحواله تشبه الارض في اشياء كثيرة غير ان المجاذبية على سطحه اقل ما هي على الارض على نسبة ٠.٢ الى واحد ونسبة نوره الى نور الارض ١ : ٤٠٠

حدث عبور المرنج على وجه المشتري ٩ كانون الثاني سنة ١٥٩١

ليس لهذا السيار قمر معروف فلا تعرف مادته الا تقريباً وهي على راي ميدلر ٣٨٠.٥٠٠ وعلى

رأي لا فريب $\frac{1}{2978300}$ على افتراض الشمس واحداً اما فعله في اضطراب حركات غيره فقليل جداً فلا داعي الى تحقيق كلي في معرفة مادته ولاجل حساب مواقعهُ يُعتمد على زيج لا فريب

النجوم اي الشبهات بالسيارات

(٢٨٩) حسب قانون بود المذكور انفاً (صحيفة ١٦٤)

٤ ٧ ١٠ ١٦ ٢٨ ٥٢ ١٠٠

عطارد الزهرة الارض المريخ المشتري زحل الخ
فترى الفسحة النسبية بين المريخ والمشتري فارغة وقد كُشِفَت عدة اجرام صغار في تلك الفسحة



تدور في افلاك مختلفة الميل بعضها على بعض وعلى دائرة البروج. فكُشِفَ عن اربعة منها اي سيرس وبلاس وبونون وقستا في اوائل هذا القرن ومنذ سنة ١٨٤٥ قد كُشِفَ عن كثير منها فصارت المعروفة منها ١٢٧ وربما يكون عددها اكثر من

شكل ١١٧ قدر الارض وبعض النجوم النسبي

ذلك كثيراً وقد وضعنا هنا قائمة اسمائها واقطارها ومداتها الى حد ما عُلِمَت

اسم	مدى سنين	قطر اميالاً	اسم	مدى سنين	قطر اميالاً
(١) سيرس	٤' ٦٠٠	٢٢٧ (١٢)	اجيريا	٤' ١٢٢	٧٣
(٢) بلاس	٤' ٦١٠	١٧٢ (١٤)	ابريني	٤' ١٦٧	٦٨
(٣) بونون	٤' ٢٦٢	١١٢ (١٥)	اقتومبا	٤' ٢٩٧	١٢
(٤) قستا	٢' ٦٢٧	٢٢٨ (١٦)	پسيني	٥' ٠٠٦	٩٢
(٥) استريا	٤' ١٢٦	٦١ (١٧)	ثينس	٢' ٨٩٠	٥٢
(٦) هبي	٢' ٧٧٧	١٠٠ (١٨)	مايومني	٢' ٤٧٩	٥٤
(٧) ايرس	٢' ٦٨٦	٩٦ (١٩)	فرتونا	٢' ٨١٥	٦١
(٨) فلورا	٢' ٢٦٦	٦٠ (٢٠)	مسيليا	٢' ٧٤٠	٦٨
(٩) متس	٢' ٦٨٦	٧٦ (٢١)	لوتينيا	٢' ٠٨١	٤٠
(١٠) هيجيا	٥' ٥٨٩	١١١ (٢٢)	كليوبي	٤' ٩٦٢	٩٦
(١١) پرتنوبي	٢' ٨٤١	٦٢ (٢٣)	ثاليا	٤' ٢٦٢	٤٢
(١٢) فكتوريا	٥' ٥٦٧	٤١ (٢٤)	ثيس	٥' ٥٧٠	٢٦

اسم	مئة سنين	قطر امبالا	اسم	مئة سنين	قدر النجم
(٢٥) فوشيا	٢٧٢٢	٢١ (٥١)	فرجينيا	٤٢١٠	١١٩
(٢٦) بروسرينا	٤٢٢٩	٤٧ (٥٢)	نيموسا	٢٦٦٧	١٠٤
(٢٧) اقتربي	٢٥٩٦	٢٩ (٥٣)	اوروبا	٥٤٥٨	١٠٥
(٢٨) بلونا	٤٦٢١	٥٩ (٥٤)	كلپسو	٤٢١٧	١١٥
(٢٩) امفرتبي	٤٠٨٤	٨٢ (٥٥)	الكساندرا	٤٥٥٢	١١٠
(٣٠) اورانيا	٢٦٣٥	٥١ (٥٦)	پاندورا	٤٦٠٨	١٠٩
(٣١) اقروسيبي	٥٦٠٧	٥٠ (٥٧)	منيموسيني	٥٦١٦	١٠٩
(٣٢) بومونا	٤١٦٠	٢٥ (٥٨)	كونكورديا	٤٤٢١	١١٦
(٣٣) پليهمينا	٤٨٤٨	٢٨ (٥٩)	دانائي	٥١٢١	١١٧
(٣٤) شيرشي	٤٢٩٧	٢٩ (٦٠)	اولمبيا	٤٤٧٢	١١٢
(٣٥) لافكوثيا	٥٢١٥	٢٥ (٦١)	ايرانو	٥٥٢٧	١١٨
(٣٦) انالانتا	٤٥٥٧	٢٠ (٦٢)	انجو	٢٧٢٩	١٢٢
(٣٧) فيذس	٤٢٩٥	٤١ (٦٣)	اوسونيا	٢٧١٢	٩٩
(٣٨) ليذا	٤٥٣٥	٢٩ (٦٤)	انجلينا	٤٢٨٥	١٠٢
(٣٩) لينتيا	٤٦١٣	٨٧ (٦٥)	سبيلي	٦٦٥٨	١١٢
(٤٠) هرمونيا	٢٤١٥	٩٢ (٦٦)	مايا	٤٢٢٢	١٢٧
(٤١) دفتي	٤٦٠٥	١٠٢ (٦٧)	اسيا	٢٧٦٩	١١٦
(٤٢) ايسس	٢٨١٢	١٠٥ (٦٨)	هسپيريا	٥١٨٦	١٢٠
(٤٣) اريادني	٢٢٧٢	١٠٢ (٦٩)	ليتو	٤٦٢٢	١٠٢
(٤٤) نيسي	٢٧٧٤	١٠٢ (٧٠)	پانوپيا	٤٢٢٤	١١١
(٤٥) افجينيا	٤٤٧٦	١٠٨ (٧١)	فيرونيا	٢٤١١	
(٤٦) هسنيا	٢٩٩٥	١١٦ (٧٢)	نيوي	٤٥٧٤	١٠٨
(٤٧) ملتي	٤١٨٩	١١٥ (٧٣)	كلتي	٤٢٥٠	
(٤٨) اغلايا	٤٨٩٦	١١٢ (٧٤)	كالانبا	٤٦٢٩	
(٤٩) دورس	٥٤٧٠	١١٠ (٧٥)	اثيريدشي	٤٢٦٢	
(٥٠) پالس	٥٤٢١	١٠٨ (٧٦)	فريا	٦٢٢٥	

اسم	مذ	قدر	اسم	مذ	قدر
(٧٧) فرجيا	٤° ٢٦٨	(١٠٣) هيرا			
(٧٨) ديانا	٤° ٢٤٨	(١٠٤) كلبيني			
(٧٩) افرينومي	٢° ٨١٩	(١٠٥) ارنيس			
(٨٠) صافو	٢° ٤٨٠	(١٠٦) ديوني			
(٨١) ترينغوري	٤° ٨٢٧	(١٠٧) كاملا			
(٨٢) الكيني	٤° ٥٨٦	(١٠٨) هيكوبا			
(٨٣) بيانركس	٢° ٧٨٥	(١٠٩) فيلشيتاس			
(٨٤) كلو	٢° ٦٤٣	(١١٠) ليدا			
(٨٥) ابو	٤° ٢٣٧	(١١١) آتي			
(٨٦) سميلي	٥° ٤٣٤	(١١٢) ايفيجينا			
(٨٧) سلفيا		(١١٣)			
(٨٨) نسي	٤° ٥٦١	(١١٤) كاساندر			
(٨٩) جوليا	٤° ٠٢٣	(١١٥)			
(٩٠) انتيوي		(١١٦)			
(٩١) ايجينا		(١١٧) لوميا			
(٩٢) اوندينا		(١١٨) پيشو			
(٩٣) منرفا		(١١٩) آليا			
(٩٤) اوسيرا		(١٢٠) لاجيسس			
(٩٥) اريثوسا		(١٢١) هرميوني			
(٩٦) ايجلي		(١٢٢) غردا			
(٩٧) كلوثو		(١٢٣) برونهلا			
(٩٨) اياثي		(١٢٤) الشنس			
(٩٩) ذبكي		(١٢٥) ليبراتركس			
(١٠٠) ميكان		(١٢٦) فلهيا			
(١٠١) ميلانة		(١٢٧) بوحنه			
(١٠٢) مرم		(١٢٨) نميسس			

اسم	مدة	قدر	اسم	مدة	قدر
(١٢٩) انتيوني			(١٣٤) صفروسوني		
(١٣٠) الكترا			(١٣٥) لم يسم الى الآن		
(١٣١) قالا			(١٣٦) " " "		
(١٣٢) اثرا			(١٣٧) " " "		
(١٣٣) كبريفي					

(٢٩٠) ان هذه النجوم لا تُرى بغير نظارة الا واحدة منها وهي وستا على قدر نجم من المقدار الخامس والسادس ولصغرها يعسر قياسها وتُعرف انها سيارات بحركاتها وقطرها اكبرها پلاس نحو ٢٠٠ ميل حسب البعض و ٦٧٠ ميل حسب البعض وافلاكها مائلة على دائرة البروج كثيراً فميل فلك هيمي ١٤° وميل فلك پلاس ٢٤° ٤٢° ومباينة افلاكها اكثر من مباينة افلاك سائر السيارات اقلها مباينة اوروپا = ٠° ٠٠٤° ومعظمها مباينة پلهينيا = ٢٣٧° ٠° والاقل ميلاً على دائرة البروج فلك مسيليا = ٤١° ومعظمها ميلاً پلاس = ٢٤° ٤٢° وهي تشغل منطقة عرضها نحو ١٠٠٠٠٠٠٠ ميل

اقربها الى الشمس فلورا معدل بعدها ٢٠١٢٧٤٠٠٠ ميل تدور في ٢ ١/٢ سنين اي ١١٩٣ يوماً وبعدها سبيلة معدل بعدها ٣١٢٧٣٧٠٠٠ ميل مدتها ٦ ٦/٦ سنين اي ٢٤٣١ يوماً ومعدل مدتها ٤ ١/٢ سنين ومعدل بعدها من الشمس ٢٥٤٠٠٠٠٠٠ ميل وانورها قسنا واضعها نوراً انلاتا ومن قلة تاثير جاذبية كل هذه الاجرام في حركات الارض والمرتج قد بزعم ان مجتمعا لا يبلغ اكثر من ١/١٨٠ من جرم الارض وقد زعم البعض ان عددها كثير جداً فلم يزل علماء هذا الفن يفتشون عليها بنظاراتهم

اذا وافقت الظروف فقد تشاهد سيرس بالنظر المجرد على هيئة نجم من القدر السابع او الثامن اما پلاس فتمى كان اقرب الى الارض فيظهر على هيئة نجم من القدر السابع اما بونون فعلى هيئة نجم من القدر الثامن

من ميل افلاك هذه الاجرام بعضها على بعض بقرب بعضها الى بعض احياناً فقد تقرب فيدس وما يا حتى يصير بينهما ١/٢ من قطر فلك الارض اي نحو ٤٥٠٠٠٠٠٠ ميل

قال سروليم هرشل لو وضع انسان على احد هذه الاجرام الصغار لقفز بالسهولة الى علو ٦٠ قدماً ولا يضرب بسقوطه اكثر مما يضرب بالسقوط ذراعاً على سطح الارض من كثرة هذه الاجرام المكتشف عنها قد ترجح راي اولبرس انها قطع جرم كبير كان بين

المرئج والمشتري فقد انفجر

قد اصططعت زيجات لفلورا وفكتوريا ولبومني ومينس

المشتري ٢٤

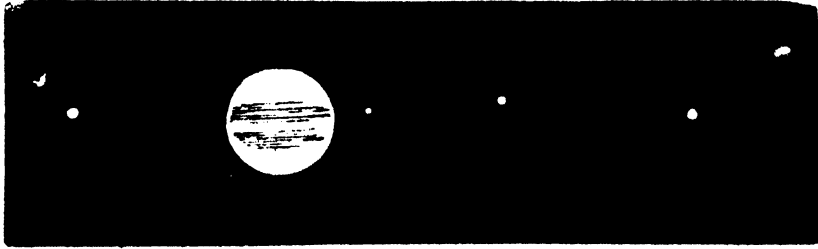
(٢٩١) المشتري أكبر سيارت النظام الشمسي ومعدل بعده عن الشمس ٤٧٥٦٩٣٠٠٠ ميل ومباينة فلكه ٠.٤٨. نعظم بعده عن الشمس ٤٩٨٦٠٣٠٠٠ ميل وأقله ٤٥٢٧٨٣٠٠٠ ميل ومدة دورانه حول الشمس ١١٨٦ سنة وقطر الظاهر يختلف بين ٥.٧" في الاستقبال و ٣.٨" في الاقتران ومعدله ٢٧.٩١" فيكون قطره الاستوائي ٨٨٤٠٠ ميل ودورانه على محوره مرة في ٩٢ ساعة او ٥٥.٢١" حسب البعض وفي ٢٩.٩٥٥" حسب البعض وثقله النوعي ١.٢ ولبعد عن الشمس لا يرى غير بدر الا ان قطره يقصر ظاهراً وهو في التربع وجرمة ١/٢ من جرم مجتمع سائر السيارات ومادته ٢/٣ مادة كل السيارات الاخر معاً وسرعة حركته فهو الاستوائي ٤٦٧ ميل كل دقيقة اي ما بين ٧ و ٨ اميال كل ثانية وحركة قسم الارض الاستوائي ١٧ ميلاً كل دقيقة وهو هليجي الشكل وهليجيتة ١/١٧ اي فضلة قطريه ٤٩٠٠ ميل. فلكه مائل على دائرة البروج ١٩.١' وخطه الاستوائي مائل على سطح فلكه ٣.٥' فقط فلا تغير فصول فيه من هذا القليل وكثافته ٢٤.٠ اي اكثر من كثافة الماء قليلاً وحركته في فلكه ٧٠٠٠٠٠ ميل كل يوم اي ٢٠٠٠٠ ميل كل ساعة اي ٨٠ من اسرع من كلة مدفع وهو ١٤٠٠ مرة اكبر من ارضنا ولكبر جرمه تكون الجاذبية على سطحه ٢٤.٢ على افتراض الجاذبية على سطح الارض واحداً

(٢٩٢) معرفة موقع المشتري سهل جداً لاننا متى عرفناه مرة تتبعه من سنة الى سنة لانه ينقل كل سنة اكثر قليلاً من برج واحد وبواسطة نظارة قوية يرى على وجهه مناطق توازي خطه الاستوائي مختلفة العرض والالوان غير ثابتة على هيئة واحدة ونارة تتغير تحت نظر الراصد. ذكر صوت بقعة طولها بالاقبل ٢٢٠٠٠ ميل تلاشت في نحو ٣ دقيقة وذلك دليل على حدوث ظواهر وتغيرات على سطحه من قبل مياه وغيوم وامطار وابخرة وهواء وما يشبه ذلك (انظر الصورة الثامنة) وقد زعم بعضهم ان هذه الظواهر ليست من فعل الشمس بل من حرارته الذاتية. والتغيرات الحادثة على سطحه في ابخرته كثيرة جداً حتى انه قد شوهد قمر من اقماره يخفي وراءه ثم يظهر عند المهل الذي اخفي فيه وذلك من قبل تمدد الكرة الهوائية او البخارية المحيطة بالسيارة ثم تنقلص

اما نواحي خطه الاستوائي فغالباً انور من باقي سطحه وقد يرى على سطحه حلقات غير ثابتة وحدود المناطق المشار اليها غير واضحة وهي مزرقة اللون تمتاز بسهولة عن لون جرم السيار وتلاشي

نحو جانيه قبل ان تنتهي الى حافتها تماماً

متى كان المشتري اقرب الى الارض يضاهي نوره نور الزهرة فيرمي ظلاً ويشاهد نهراً. اما قوة سطحو لتعكس النور فاصح من سطح القمر على نسبة ١:١٤ حسب المعلم بوند اما قوس التهنير فيبتدئ او ينتهي متى كان بين السيار والشمس زاوية تختلف بين $112^{\circ} 25'$ و $116^{\circ} 42'$ وطول قوس التهنير يختلف بين $9^{\circ} 51'$ و $9^{\circ} 59'$ ويمر بها في مدة تختلف بين $116^{\circ} 18'$ و $122^{\circ} 12'$



شكل ١١٨ المشتري واقاره

(٢٩٢) للمشتري اربعة اقار (شكل ١١٨) تُرى بنظارة صغيرة رأها اولاً جليليو في بادوا في ٧ ك ٢ سنة ١٦١٠ ولم يتحقق انها اقار حتى اليوم الثاني واثباتاً برى اثنان منها بالنظر المجرد وذلك سهل في نواحي بحيرة اورميا في بلاد فارس وفي سهول سيهر يا. حكى بعض السواح في تلك النواحي قال صادفت ذات ليلة صياداً اشار الى المشتري قائلاً رابت ذلك النجم الكبير يبلغ نجماً صغيراً ثم بيصفه ايضاً. راي احتجاب قمر من اقاره. ولكون افلاكها في سطح دائرة البروج الا قليلاً وايضاً في سطح دائرة خط الاستواء للمشتري تُرى غالباً على خطٍ مستقيم مار بمركز السيار كما برى في شكل ١١٨ فمن تباينها الاعظم غرباً تمر وراء السيار الى معظم تباينها شرقاً تمر بيننا وبين السيار بحركة متقهقر الى معظم تباينها غرباً ايضاً وهي اكبر قليلاً من قمرنا الا الثاني وتتناز بالاول والثاني والثالث والرابع حسب بعدها عن السيار وقد وضعنا هنا جدولاً مضموناً ابعادها عن السيار في اجزاء من نصف قطره والبعد في اميال واوقات دورانها النجمي حوله واقطارها ومادتها وكثافتها وثقلها النوعي



شكل ١١٩ اقدار الارض والقمر واقار المشتري النسبية

الشمس	كثافة		مادة	معظم	قطر 24	قطر منظور من 24	قطر	معدل قطر	معدل ظاهر	من نجمة		معدل البعد		كثافة	(1) ايو (2) اوروبا (3) كائيد (4) كالتو
	ماد-1	1-24										امبال	في 24		
7	114	102	17	102	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	ايو
7	171	102	17	102	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	ايو
7	171	102	17	102	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	ايو
7	171	102	17	102	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	ايو
7	171	102	17	102	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	ايو

معدل كسوف الأول 20

الثاني 56

الثالث 43

الرابع 56

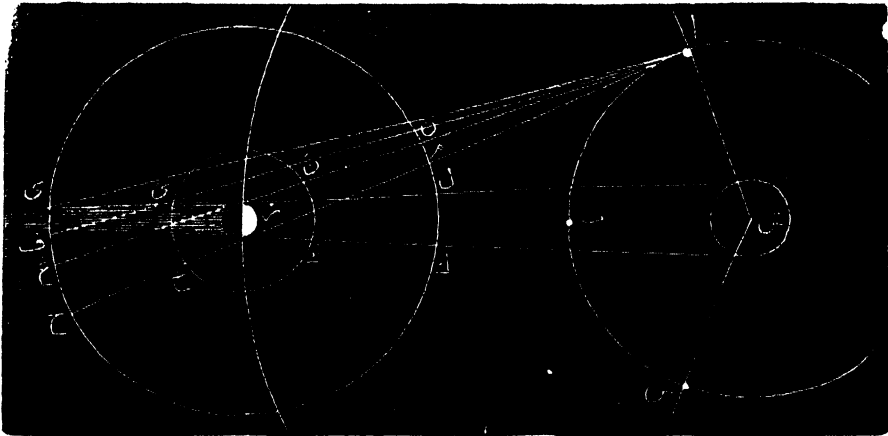
مباينة فلك الأول والثاني صفر ومباينة الثالث والرابع قليلة متغيرة

القمرة الأولى أبعد عن المشتري من بعد قمرنا عن الأرض والقمر الثاني يعدل قمرنا تقريباً والبنية اعظم منه والثالث اعظم الجميع واحياناً يخفي منها ثلاثة معاً ونادراً
الأربعة معاً وراء السيارا وفي ظلك وقد يتفق اقتران ثلاثة منها حتى ترى بالنظر المجرد واحداً وقد يتفق ذلك في الأربعة
افلاك هذه الاقار فلما تختلف عن دوائر ثامة وسطحها في سطح خط الاستواء للسيار الأولى قليلاً وبالتيجة تمل قليلاً على سطح فلكه لان محوره مائل على سطح فلكه
قليلاً كما تقدم فلا تختلف فصوله بما يعتبر

(٢٩٤) اذا مرّ قمر في ظل المشتري قيل انه مخسوف واذا مرّ وراء جرم السيار قيل انه محجب ومتى وقع ظل قمر على السيار قيل ان السيار مخسوف ومتى مرّ بيننا وبين السيار قيل ان السيار محجب

خسوف اقمار المشتري تشبه في أكثر رؤوها خسوف قمرنا غير انه لبعده عن الشمس وعظمه يكون مخروط ظلوه اطول من الذي للأرض فلذلك ولقلة ميل افلاك الاقمار على فلك السيار تخسف كلاً في كل دورة سوى ان الرابع لبعده عن السيار وزيادة ميل فلكه بالنسبة الى البقية احياناً يمس الظل مساً واحياناً يتخسف جزئياً وهذه الخسوفات لانشاهدها من مركز افلاك الاقمار كما هو الحال في خسوف قمرنا بل من مكان بعيد خارج افلاكها غير ثابت فلا بد ان تختلف رؤيتها من هذا القبيل ايضاً

(٢٩٥) متى كان المشتري الى شرقي الاستقبال يسبق الخسوف الاحتماب ابداً ومتى كان الى غربي الاستقبال يسبق الاحتماب والخسوف ابداً كما يتضح من شكل ١٢٠



شكل ١٢٠ كيفية خسوف اقمار المشتري واحتمابها

ليكن ش (شكل ١٢٠) الشمس ا ب س الارض في مواقع مختلفة من فلكها ر المشتري ي ف غ خ الح فلك قمر من اقماره غير الاول فمتى كانت الارض عند ا يكون الاستقبال على استقامة ش ا والمشتري الى شرقيه فالقمر يدخل الظل عند ي ويخرج عند ف ثم يحجب وراء السيار عند غ ويظهر ايضاً عند خ فينتهي الخسوف قبل ما يبتدئ الاحتماب . وكذلك يبتدئ خسوف السيار نفسه متى كان القمر عند ك وينتهي عند ل ويبتدئ احتماب السيار عند وصول القمر الى م وينتهي عند وصوله الى ن

لو كانت الارض عند س لكان الاستقبال على استقامة ش س وكان المشتري الى غربي الاستقبال فكان القمر يخفي وراء السيار قبل دخوله الظل اي الاحتماب يسبق وكان بتوسط بيننا

وبين السيار قبل وقوع ظله على السيار

فلما يتفق وقوع الارض والاقمار بحيث تنتهي الظاهر الواحدة قبل ابتداء الاخرى وذلك لا يحدث مطلقاً مع القمر الاول كما يرى من النظر الى فلكه $\gamma \chi \kappa \lambda$ فالحسوف يندئ عند γ والاحتجاب ينتهي عند χ وحسوف المشتري يندئ عند κ واحتجابه ينتهي عند λ وفي بعض هذه المدة يرى ظل القمر وجرمه على وجه السيار (انظر الصورة الثامنة)

متى كانت الارض عند β اي عند استقبال المشتري يحدث الحسوف والاحتجاب معاً واحتجاب السيار وحسوفه معاً. اما القمر الاول والثاني والثالث فلا تخسف الثلاثة معاً وقد يتفق وقوع ظل قمرين على سطح السيار معاً. وقد شوهد على هذه الاقمار كلف وبقع تتحرك من جانب الى جانب فاستنتج انها تدور بسرعة على محاورها اما سر وليم هرشل فيقول انها تدور على محاورها في نفس مدة دورانها حول السيار مثل قمرنا

(٢٩٦) كشف سرعة النور بواسطة اقمار المشتري. في سنة ١٦٧٥ لاحظ ريمران خسوفات اقمار المشتري تحدث قبل الاوقات المحسوبة لها متى كانت الارض في بعدها الاقرب من المشتري وتاخر عن تلك الاوقات متى كانت الارض على بعدها الابد منهُ وبسبب كثرة وقوع هذه الكسوفات يسهل استعمال معدل المدة بينها ومن ذلك تحسب للمستقبل فلو خط انه لما كانت الارض اقرب الى المشتري كانت المئات تنصر عن المعدل $8 \frac{1}{12}$ ومتى بعدت عنه تاخرت عن المعدل $8 \frac{1}{12}$ اي يقتضي للنور $16 \frac{1}{2}$ لكي يقطع فلك المشتري فتكون سرعته نحو ٢٠٠٠٠ ميل كل ثانية وذلك يوافق ما دل عليه انحراف النور كما تقدم (ع^١) وبخلاف قليلاً عن سرعة النور حسب امتحانات فيزوالتي بموجبها تكون سرعة النور ١٩٤٠٠٠ ميل كل ثانية

(٢٩٧) بين حركات القمر الاول والثاني والثالث نسبة غريبة وهي ان طول الاول الاثلاث مرات طول الثاني + ٢ × طول الثالث = ١٨٠ وحركة الاول النجمية + مضاعف حركة الثالث = ثلاث مرات حركة الثاني ابداً ولذلك لا يمكن ان تخسف الثلاثة معاً الى مدة طويلة اذ يقتضي لذلك ان تتساوى في الطول فيكون مجموع طول الكل صفراً وذلك كما تبان من المشتري لا كما تبان من الارض وقد حسب ورجتئين من زيجاتنا اتفاق خسوف هذه الاقمار الثلاثة لا يمكن حتى بعد ١٢١٧٩٠٠ سنة ولو تغيرت حركة الثانية السنوية ٢٢" لكان ذلك الاتفاق غير ممكن الى الابد

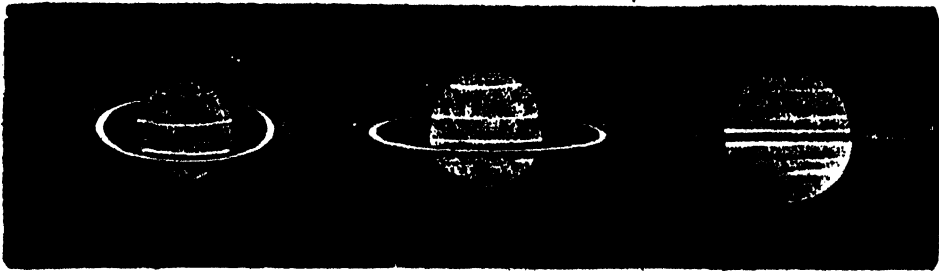
ان خسوف هذه الاقمار تحسب بكل تدقيق في المنهاج السنوي لهاجرة مفروضة فاذا رُصِدَتْ في مكان آخر وعُيِّنَ الوقت بُعِرَفَ الفرق بين وقت تلك الهاجرة ووقت المكان فُبِعِرَفَ الطول غير انه يجنب

خطا ٢٠" أو ٣٠" لعدم إمكان ملاحظة وقت الدخول أو الخروج بالتدقيق ولبعض الخطاء في زيجات المشتري وأقاربه

بسبب أقار المشتري سهلت معرفة مادته وقد اتفق فيها الراصدون تقريباً وفي حسب أنبي
 $\frac{1}{1.0}$ وحسب ستيفي $\frac{1}{1.0}$ وحسب ابري $\frac{1}{1.048769}$ وحسب بسل $\frac{1}{1.047287}$ زيج المشتري هو
 زيج بوفارد طبع سنة ١٨٢١ وزيج أقاربه زيج داموسيو طبع سنة ١٨٢٦ وكلاهما يحتاج إلى اصلاح

زُحَل ٢

(٢٩٨) مدة دورانه ١٠٧٥٩' ٢ ايوماً = ٢٩' ٤٥ سنة ومعدل بعده عن الشمس ٨٧٢١٢٤٠٠٠ ميل
 ومباينة فلكه ٠' ٥٦ فبعده الأبعد عن الشمس ٩٢١١٠٥٠٠٠ ميل والأقرب ٨٢٢١٦٤٠٠٠
 وقطره الظاهر يختلف بين ١٤' ٦ في الاقتران و ٢٠' ٢ في الاستقبال فيكون قطره الاستوائي
 ٧١٩٠٤ أميال ونسبطه القطبي نحو $\frac{1}{1}$ وثقله النوعي ٠' ٧ على افتراض الماء واحداً ويدور على
 محوره في ١٧' ٢٩' ١٠ وميل فلكه على دائرة البروج ٢' ٢٥' ٢٦



شكل ١٢١ زُحَل على بعده الأبعد والأوسط والأقرب مع اختلاف رؤيته حلقاته
 (٢٩٩) على سطح زُحَل مناطق كما تقدم في المشتري غير أنها أقل وضوحاً من مناطق
 المشتري والظاهر أن طبيعتها كما تقدم في مناطق السيار المذكور أي من تلقاء غيومها وبخارها وعواصف
 الآتية من تحتها الشكل خلاف مناطق المشتري التي هي على خطوط مستقيمة كما يرى من الصورة التاسعة
 فإن كانت هذه المناطق تتوازي خط الاستوائي يكون سطح ذلك الخط مائلاً على دائرة البروج على
 زاوية ليست صغيرة وسرولم مرشل من رصد منطقة خمسة السهور من ٤ ك سنة ١٧٩٢ إلى ١٦
 ك سنة ١٧٩٤ عين مدة دورانه على محوره وقد زعم العلامة المشار اليه أنه رأى أقمار زُحَل عند
 الاكسحاب بخف نورها قليلاً قبل اكسحابها التام واستنتج من ذلك وجود كره هوائية ومنظر جهاته
 القطبية تتغير بانحائها نحو الشمس أو عنها وخط الاستوائي مائل على سطح فلكه نحو $\frac{1}{28}$ فنسبه
 فصوله من هذا التيل فصول المربح
 لما نظر جليليو إلى هذا السيار أولاً بنظارته الصغيرة رآه متطاولاً يضيء الشكل فزعم أنه سيار

كبيره سياران صغيران مجانبين ثم رأى الصغيرين المزعومين بصفران مع بقائهما على نسبة واحدة الى
السيار الكبير وضماً حتى تلاشيا فاحترق هذا الفيلسوف حيرة واخبر صاحبه كبلر باكتشافه حسب
عوائد تلك الايام بهذا اللغز

smaismrnilmcpoetalevmibvnenvgttariras

معناه

Altissimum planetam tergeminum observavi

اي رابت ابعد السيارات مثلثاً

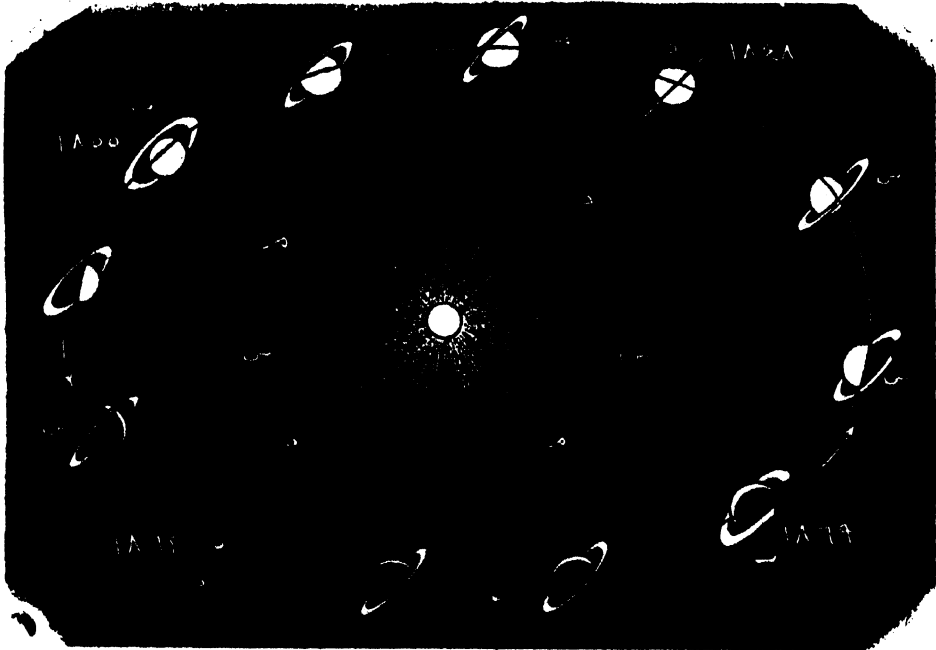
ثم باصلاح النظارات وتقويتها رأى هيوغنس بعد ٥٠ سنة ما حير جليليو اي الحلقات فاعلن
اكتشافه بهذا اللغز

aaaaaaa eeeee d eeeee g h iiiiii llll mm nnnnnnnn oooo pp q rr s tttt uuuuu

معناه

Annulo cingitur tenui plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato

اي السيار محاط بحلقة دقيقة مسطحة كلها بعيد عن سطحه ومائلة على دائرة البروج
(٢٠٠) من غرائب هذا السيار الحلقات الثلاث المحيطة به تُرى منها اثنان بنظارة معتدلة
القوة ولاجل التمييز سُميت الخارجية A والتي داخلها B وبواسطة نظارة قوية تُرى ثلاثة C شفافة



شكل ١٢٢

سُميت الحلقة الكرّيشية وهذه الحلقات لا تختلف كثيراً عن دوائر صحيحة غير اننا نراها هليجية لسبب
النظر اليها بالورب فاذا اتجهت حافتها نحو الارض تخفى عن النظر ولكونها تبقى متوازية لنفسها
ابدأ نجه حافتها نحو الارض كل سنة مرتين كما يتضح من شكل ١٢٢ و سطح الحلقات مائل على دائرة

البروج ٢٨ ١١ وطول عقدها الصاعدة ١٦٧ ٢٩ ٣٦ = ١٨ السنبلة وطول النازلة ٢٤٧ ٢٩ ٣٦ = ١٨ المحوتين وذلك لسنة ١٨٦٠ وهو يزيد كل سنة ٤٦٣ ٤٦٢ " فعند الاولى تصعد الارض من تحت سطح الحلقات الجنوبي الى فوق سطحها الشمالي وبالعكس عند الثانية وجرم السيار ليس في مركز الحلقة تماماً بل النسيمة بينها الشرقية على معدل بعد زُحَل من الارض في ١٢٨٨ " والغريبة ١١٠٧٣ " ولولا ذلك ودورانها حول السيار لسنطت اليه بالجاذبية

اما قياسات الحلقات على معدل بعد السيار فهي حسب رصد سنروف

قطر الحلقة الخارجية من الخارج الى الخارج ١٦٩٥٣٠ ميل = ٤٠ ٠٩٥ "

١٤٩٢١٠ = ٣٥ ٢٨٩ " داخل الى داخل " " " "

١٠١٦٠ = ٢ ٤٠٣ " عرض " "

١٤٥٧٦٨ = ٣٤ ٤٧٥ " قطر الحلقة الداخلية من الخارج الى الخارج

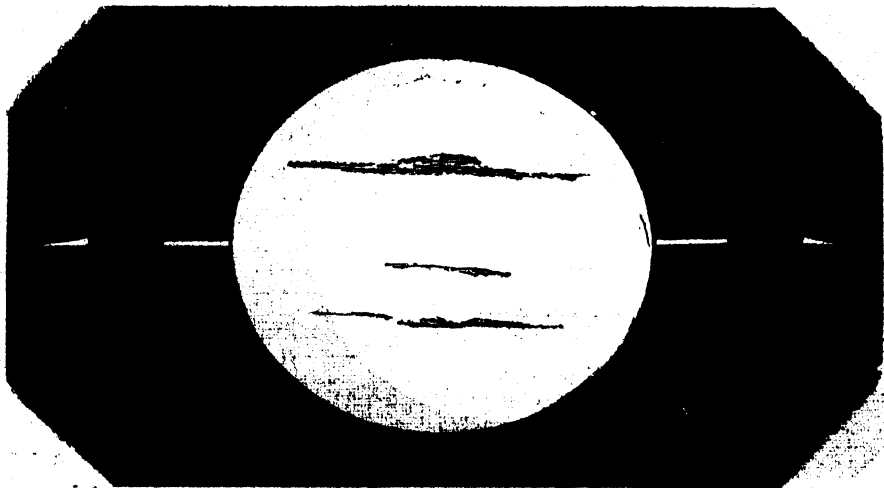
١١٢٧٥٨ = ٢٦ ٦٦٨ " داخل الى داخل " " " "

١٦٥٠٣ = ٢ ٩٠٣ عرضها

١٧٢٥ = ٠ ٤٠٨ المسافة بين الحلقتين

١٨٢٤٦ = ٤ ٢٢٩ بعد الحلقة من سطح السيار

٧٤٤١٧ = ١٧ ٦٠ قطر السيار الاستوائي



شكل ١٢٣

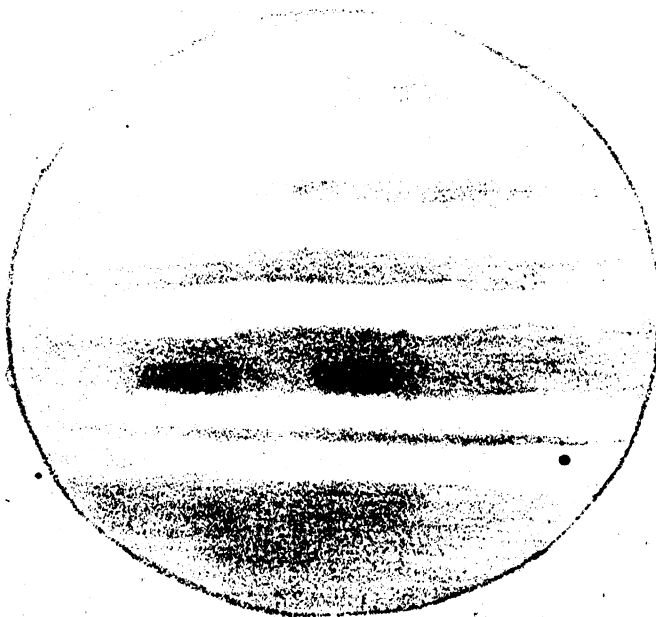
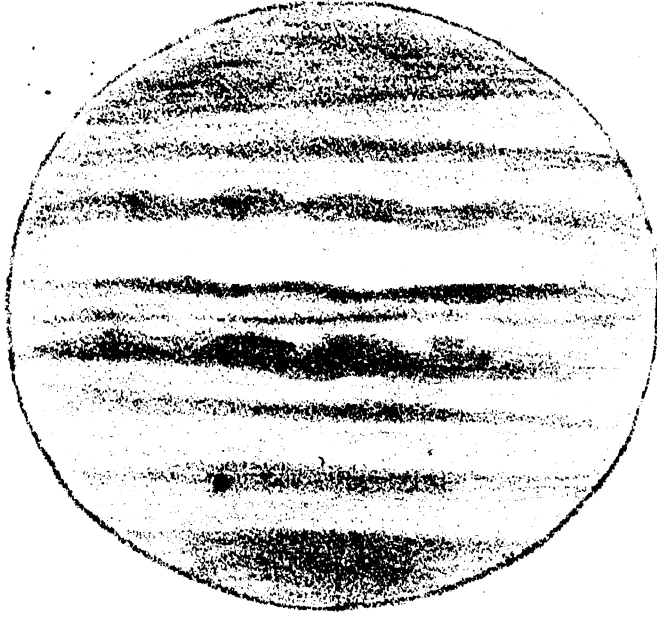
وقد حسب سروليم هرشل عمق الحلقات ٢٥٠ ميلاً وقد حسبته العلامة بوند ٤٠ ميلاً والراي

الارجح ان مادتها سيال لاجامد وعند مرور الارض بسطح الحلقات تُرى كما في شكل ١٢٢ و ١٢٤

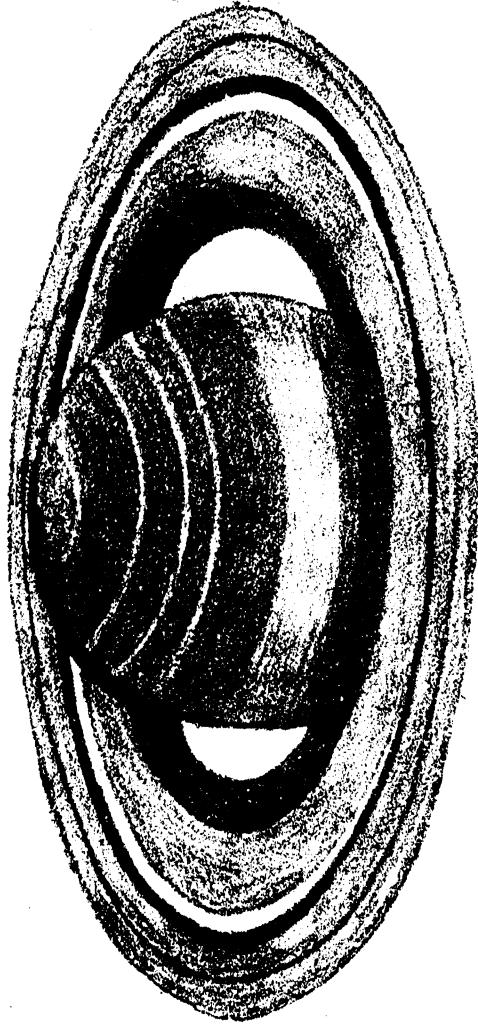
(٢٠١) ينضح ما تقدم من جهة اخفاء الحلقات بشكل ١٢٢

فيه زُحَل في اقسام مختلفة من فلكه وفلك الارض داخل فلك زُحَل

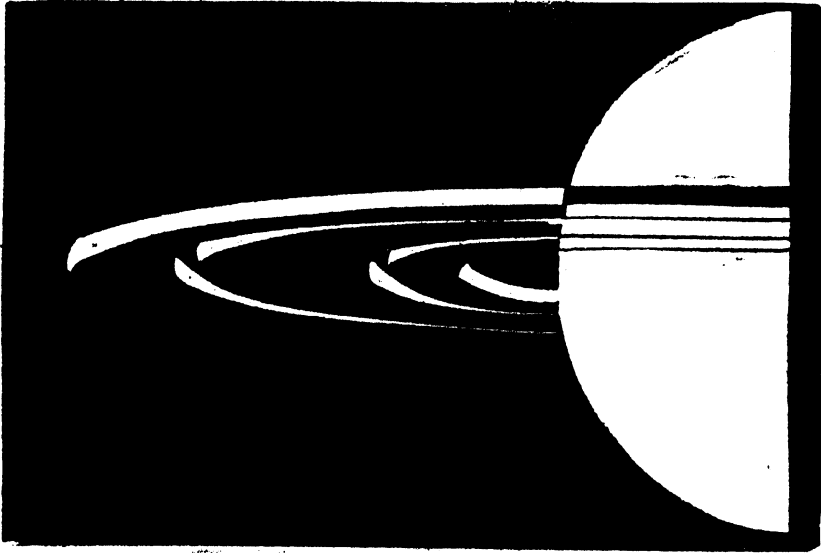
الصورة الثامنة



الصورة التاسعة



فلو كانت الارض عند م وزُحَل عند ب تُرَى الحلقات على خط عمودي فتكون دائرة نامية وعند س تُرَى هليجية وعند د تخنفي وهلم جرا وتخفي لان عمقها نحو ٢٥٠ ميل على قول البعض و ٥٠ ميلاً على قول آخر وذلك لا يُشعر به على بعد الارض من زُحَل. اما نور حلقة زُحَل فنور مندفع من الشمس كما يتضح من اخفاء الحلقات اذا توجه نحو الارض الوجه منها الذي الى خلاف جهة الشمس فلا تُرَى الحلقة وقد بُرِيَ ظل السيار على الحلقات



شكل ١٢٤ رُؤية زُحَل عند اخفاء الحلقات

(٢٠٢) عبور سطح الحلقات بنقطر فلك الارض بسبب بطء حركة زُحَل يقتضي له سنة ليكن د ي ف فلك الارض (شكل ١٢٥) و ا ب س قطعة من فلك زُحَل ولنفرض سطح الفلكين يوافق سطح القرطاس و سطح الحلقات مائل على سطح القرطاس نحو ٢٨° وملتقى السطحين المشترك على خط ا د ا و ب غ ا و س ف . فحسباً تقدم بعد زُحَل عن الشمس ٩٥٤ أمثال بعد الارض عن الشمس فلنا

ش ا : ش د :: ٩٥٤ : ١ :: ١ : ١/٩٥٤ ق : جيب ش ا د فتعرف الزاوية ش ا د ا و ا ش ب وهي ١٠٦' فتكون ا ش س ٢٠١٢' او

افرض ش ا = ر

ش د = ر

ا ش س = ا = الزاوية عند الشمس التي تقسمها ا س فلان ا ش ب = ش ا د لنا

جيب ١/٢ = ١/٢ = ١/٩٥٤ = ٠.٠٠١٠٨٢ اي ا = ٢٠١٢' كما تقدم

ومن حركة زُحَل المعروفة نستعلم انه يمر على ٢٠١٢' في ١/٢٥٩ يوم اي ٦ ايام اقل من سنة

فحينما يمر زحل من ا الى س تكون الارض قد دارت دورة كاملة الا قليلاً اما وجود السيار عند ا

السيار

لاختفاء الحلقات ثلاثة اسباب

- (١) توجه حدها نحو الارض فلا ترمى الا بنظارة قوية جداً لان عمقها حسب قول هرشل ٢٥٠ ميلاً وحسب قول بوند تقابل زاوية ٠.٠١ اي عمقها ٤٠ ميلاً فقط كما تقدم
 - (٢) توجه حدها نحو الشمس فلا يقع نور على سطح من سطحها
 - (٣) وقوع سطحها بين الارض والشمس فيقع النور على السطح غير المتجه نحو الارض
- اما الاختفاء من قول السهين الاولين فبذرة وعيزة فقط لان الخط الموصل بين العقدتين يمر على قطر الشمس باقل من يومين ويطغر الارض نحو ٢٠ دقيقة اما الثالث فيه تخفي عنا شهوراً وسيقع ذلك في سنة ١٨٧٧



شكل ١٢٥

اذا كانت الارض عند ف والسيار عند ا تمر الارض على ل غ بينما يمر خط العقدتين من ا الى ب فيتلاقيان ويمر احدهما بالآخر والارض بين غ و د عند ك مثلاً فيقع سطح الحلقات بين الارض والشمس فتختفي الحلقات نحو شهرين وبعد مرور خط العقدتين على الشمس يقع النور على السطح المتجه نحو الارض فتظهر الحلقات ايضاً وقبل ما تكمل الارض نصف دورتها دي ف يكون الخط المشار اليه قد مر على قطر دائرة الارض نازكاً اياه عند ف

اذا كانت الارض قد تقدمت من ف الى ل مثلاً عند وصول خط العقدتين الى د تمر الارض بـ بين ك و د فيبقى السطح المظلم نحونا ويمر الخط بالشمس عند وصول الارض الى منتصف دي فتظهر الحلقات ولكن قبل وصول الخط الى س ف تلحق الارض وتنفو ايضاً فيبقى الجانب المظلم نحونا فتختفي الحلقات مرتين في سنة وقد يتصل الاختفاء الاول من هـ من الثاني فتطول بذلك مدة الاختفاء نحو ا شهر

الوجه الشمالي من الحلقات يتنور بالشمس متى كان طول السيار الشمسي بين 172° و 22° و 241° و الجنوبي متى كان طوله الشمسي بين 203° و 22° و 161° و 20° واعظم فسخ الحلقات متى كان طوله الشمسي 77° و 21° او 207° و 21° ومتى انجه جانب الحلقات المظلم الينا يرى السيار مستديراً على سطحه مناطق وعلى خط الاستوائي خط دقيق اسود وذلك لا يحدث الا اذا كان بين السيار واحدى العقدتين لحلقاته اقل من 6° ١

(٢٠٢) اما رؤية الحلقات من السيار فمن نصفه يرى سطح الحلقات الذي نحو الشمس فتظهر مثل قناطر نيرة في الجوع عرضها وارتفاعها مختلفان باختلاف عرض المكان على السيار ويتنور السطحان ويظلمان كل ١٥ سنة على التعاقب وقسم من الحلقات في خسوف اكثر الوقت لوقوع ظل السيار عليه والشمس مكسوفة مدة طويلة في النصف المنوجه اليه سطح الحلقات المظلم (٢٠٤) لزحل ثمانية اقار ولاجل حفظ اسمائها نظم هرشل بيت شعر لاتيني تضمن فيه اسماءها

من الابدع الى الاقرب وهو

Iapetus, Titan, Rhea, Dione, Tethys Enceladus, Minos.

غير انه قد فسك النظم بكشف لاسل ويوند قرراً ثامناً سنة ١٨٤٨ سميها هيريون وهو صغير جداً وموقعه بين بايتوس ونيان . الداخلي منها لا يرى بنظارة بلورة الشج فيها اصفر من $\frac{1}{4}$ قراريط قطراً اما الاكبر نيتان فيرى مثل نجم من القدر الثامن او التاسع



شكل ١٢٦ زحل واقماره

افلاك سبعة من هذه الاقار توافق سطح خط السيار الاستوائي تقريباً و سطح الحلقات ايضاً اما الابدع بايتوس ففلكه مائل على السطح المشار اليه نحو 12° و 14° فيرى السبعة من كامل نصف كره السيار ابداً ان لم تخسف بظله

نظارة بلورة الشج فيها ٣ قراريط قطراً ترى نيتان و ٤ قراريط ترى بايتوس ورهيا وديوني و ٥ قراريط ترى ثيس اما ميباس وهيريون فلا يريهما غير اقوى النظارات الموجودة وهذا جدول مباديها
 λ = طول نقطة الرأس لما بالنسبة الى سيارها
 π = طول النقطة من افلاكها الاقرب الى الشمس

الترتيب	الاسم	المكتشف	الترتيب	معدل بعد			مدة نجمة		قطر		نوع النجم	نوع النجم	نوع النجم
				اميال	فاق	ظاهر	اميال	دقيقة	دقيقة	دقيقة			
(١)	مياس	سروليم هرشل ١٧٨٩ ايلول ١٧	٧	١٣٠٨٠٠	٣٣٦٠	٣٦٧٨٠	٣٧٣٣٠	١٣	١٣	١٣	١٧	١٧	١٧
(٢)	انكيلادس	" " آب ٢٨	٦	١٥٥٠٢٥	٤٣١٣	٤٤٢٨٠	٥٣٨	١٣	١٣	١٣	١٥	١٥	١٥
(٣)	نيس	كاسيني ١٦٨٤ اذار	٥	١٩١٩٤٨	٥٣٣٩	٤٣٥٧٠	١٨٢١	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
(٤)	ديوني	" " "	٤	٢٤٥٨٧٦	٦٨٣٩	٥٤٠٥٤٠	٤١١٧	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
(٥)	رهيا	" " ١٦٧٣	٣	٣٤٣٤١٤	٩٥٥٣	١٦١٦١	٣٥١٣	١٣	١٣	١٣	١٠	١٠	١٠
(٦)	تيتان	هيوجنس ١٦٥٥ اذار ٢٥	١	٧٢٦١٥٧	٣٣١٤٥	٥٦٥٥٢	٤١٢٣	١٥	١٥	١٥	٨	٨	٨
(٧)	هيريون	بوند ولابل ١٨٤٨ ايلول ١٩	٨	١٠٠٦٦٥٦	٢٨	٣٣٢	٧٧٢١	٧	٧	٧	١٧	١٧	١٧
(٨)	باينوس	كاسيني ١٦٧١	٥٢	٣٢١٢٨٣٥	٦٤٣٥٩	٣٤٥٢٨	٥٣	١٨	١٨	١٨	٩	٩	٩

بليتيوس	هيسيون	تينان	ريها	ديوني	تشس	انكيلادس	مباس
٧٨	٩	٩	٩	٩	٩	٩	٩
٢٠٠٤٩	٢٠٠٤٩	٢٠٠٤٩	٢٠٠٤٩	٢٠٠٤٩	٢٠٠٤٩	٢٠٠٤٩	٢٠٠٤٩
١٤٣	١	١	١	١	١	١	١
١٨	١٨	١٨	١٨	١٨	١٨	١٨	١٨
٨٤٦٤٣٤٧	٨٤٦٤٣٤٧	٨٤٦٤٣٤٧	٨٤٦٤٣٤٧	٨٤٦٤٣٤٧	٨٤٦٤٣٤٧	٨٤٦٤٣٤٧	٨٤٦٤٣٤٧
٢٨٤٤٣٠	٢٨٤٤٣٠	٢٨٤٤٣٠	٢٨٤٤٣٠	٢٨٤٤٣٠	٢٨٤٤٣٠	٢٨٤٤٣٠	٢٨٤٤٣٠
١٤٦٠	١٤٦٠	١٤٦٠	١٤٦٠	١٤٦٠	١٤٦٠	١٤٦٠	١٤٦٠
٥٨٨	٥٨٨	٥٨٨	٥٨٨	٥٨٨	٥٨٨	٥٨٨	٥٨٨

مدة مباس نصف مدة تشس ومدة انكيلادس نصف مدة ديوني و٢٧٤ دورة لمباس = ١٧٠
لانكيلادس = ٨٥ لدوني الا اختلاف $\frac{1}{1}$ يوم اي $\frac{2}{2}$ ساعة

لما اخففت الحلقة سنة ١٨٦٢ انتهز الرصاد الفرصة لمشاهدة رؤية نادرة للمشاهدة اي عبور ظل
تينان على وجه السيار. لم يروا القمر نفسه بل شاهدوا ظلة على وجه سياره وقد شاهد ذلك ايضا
سروليم هرشل في ٢٨ سنة ١٧٨٩

الرؤى الساعوية على زحل لا بد من ان تكون مبهمه جدا اذ ترى الحلقات مثل قناطر ممتدة
من افق الى افق واقرب الاقار مباس يمر على ١٦ في دقيقة فيرى من زحل يمر في دقيقتين على

قوس تعدل قطر قرنا الظاهر

بعد ما كشف كاسيني باينوس اخفى عنه ايضا ثم وجده ثانية بنظارة اكبر فتحقق ان نوره يختلف قوة وقد أكد ذلك سروليم هرشل فوجد ان نوره يقل بينما يمر على النصف الشرقي من فلكه واضعته عدد ٧ بعد الاستقبال والنتيجة ان هذا السيار يدور على محوره وان بعض الاقسام من سطحه اصلح من بعض لتعكيس النور حتى ان بعضه يكاد لا يعكس من النور شيئا

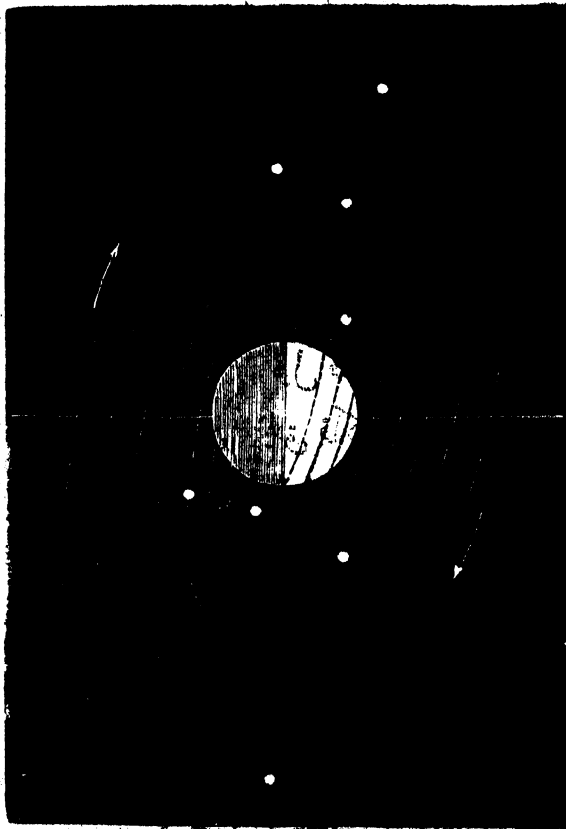
(٢٠٥) مادة زحل بالنسبة الى الشمس في حسب نيوتون $\frac{1}{٢٠٢١}$ وحسب لابلاس $\frac{1}{٢٣٥٩}$ وحسب بوفارد $\frac{1}{٢٥١٢}$ وحسب بسل $\frac{1}{٣٥٠٠٠٥}$ ومادة كل نظام زحل لا يختلف كثيرا عن $\frac{1}{٢٤٧٥}$ قطر الشمس الظاهر عند زحل = ٢ ومعظم تباین السيارات عند هو على ما ياتي. عطارد $١٩^{\circ} ٢'$ الزهره $٤^{\circ} ٢١'$ الارض $٦^{\circ} ١٦'$ المريخ $٩^{\circ} ١١'$ المشتري $٢٣^{\circ} ٢٠'$ فالناظر من زحل لا يرى من السيارات غير المريخ والمشتري ولا يرى المريخ بسهولة بسبب بطء حركة زحل جملة الكواكب عبارة عن الرصاص لاستعلام موقع زحل يعتمد حتى الآن على زيج بوفارد المطبوع في سنة ١٨٢١ اما اقماره فلم يصنع لها زيج بعد

اورانوس او هرشل

(٢٠٦) اورانوس يدور حول الشمس في $٢٠٦٨٦^{\circ} ٧'$ يوما اي ٨٤ سنة وتيف ومعدل بعد ١٧٥٢٨٥١٠٠٥٢ ميلا ومباينة فلكه $٠^{\circ} ٤٦٦٧'$ اي اقل قليلا من مباينة فلك المشتري فيبلغ معظم بعده عن الشمس ١٨٣٥٧٠٠٨٢٥ ميلا واقربه اليها ١٢٧٩٠٠١٢٧٢ ميلا وقطر الظاهر على معدله $٣^{\circ} ٩'$ وقطر الخفي نحو ٢٢٢٥٠ ميلا وقد حسب له ميدلر نسطيجا قطبيا $\frac{1}{١}$ وانكر ذلك غيره وربما يكون مسطحا عند قطبيه بدون ان يكون ذلك ظاهرا كل حين لان الشبيه بكرة اذا نظرت اليه على خط يوازي محوره يترى مشددا بالتمام وميل خط الاستوائي على فلكه نحو ٧٦ وثلاثة النوعي $٠^{\circ} ٨'$ وميل فلكه على دائرة المبروج اقل من درجة واحدة

اكتشافه في ٢٢ آذار سنة ١٧٨١ كان سروليم هرشل برصد بعض النجوم الصغار بفرب H التوأمين فوضع نظره على نجم مختلف عما في جواره فتلقى قوات نظارته فوجد قطب الظاهر يزيد هذه الوسطة خلاف النجوم الثوابت ثم عين موقعه ورصد مدة فوجد له حركة $\frac{1}{٢}$ كل ساعة وعلم بذلك الجلبة المتكبة المتكبة فصار كل علماء الفلك يرضونه واخذوا يحسبون له فلكا شجيا وان علمت حساباتهم على الواقع بعض الايام لظنت عن قريب حتى انتهى لتكمل الى الصحيح وهو ان

المبار الجدد دائري في فلك هليجي بخلاف عن دائرة قليلاً جداً
ثم وقعت المناقشة من جهة تسميته فقال سروليم هرشل يُسمى نجم جاورجيوس اكراماً للملك
جاورجيوس الثالث ملك انكلترا وقال لايلاس بل يُسمى هرشل اكراماً لمكتشفه. وقال بعضهم كذا
واخبرون كذا الى ان قال بود بل يُسمى اورانوس فغلب عليه هذا الاسم
لورصد هرشل ذلك القسم من التوأمين قبل باحد عشر يوماً اي في ٢ اذار عوضاً عن ١٢
اذار لربما فائت حركة هذا السيارة لانه كان يومئذ في نقطة الوقوف في فلكه باعتبار الارض وكان
قد تعين قبل ذلك نجماً ثابتاً في عدة فوائم
للشوايت



قد حسب بعضهم ان النور الذي يستمدّه

اورانوس من الشمس يعدل نور ٣٠٠ بدر مثل
بدرنا. ومنه يشاهد زحل وربما المذنب تري ولا
تُرى سائر السيارات

متى كان في الاستنبال يرى بالنظر المجرد
اذا عرف الناظر موقعه

على قول سروليم هرشل محور اورانوس في
سطح فلكه فبدوران حول الشمس ترسم الشمس
دائرة حوله على خط لولبي فتكون في سمت
الراس للقطبين على التعاقب

قد شوهدت عليه بقع وكلف منها استنتج
دوران على المحور من الشمال الى الجنوب

قال البعض بثانية اقمار لاورانوس وقد شكل ١٢٧ ميل افلاك اقمار اورانوس على دائرة البروج

ناكد منها اربعة ولا تُرى الا باقوى النظارات وميل افلاكها على دائرة البروج ١٠١°
ثم ١٨٠° - ١٠١° - ٧٩° فتكون حركتها بين عقدهما الصامد وعقدتها النازلة (اي البصف

الشمالي من افلاكها) من الشرق الى الغرب باعتبار البروج

بدرنا. ومنه يشاهد زحل وربما المذنب تري ولا تُرى سائر السيارات

متى كان في الاستنبال يرى بالنظر المجرد اذا عرف الناظر موقعه

على قول سروليم هرشل محور اورانوس في سطح فلكه فبدوران حول الشمس ترسم الشمس دائرة حوله على خط لولبي فتكون في سمت الراس للقطبين على التعاقب

قد شوهدت عليه بقع وكلف منها استنتج دوران على المحور من الشمال الى الجنوب

معدل بعد	مكة نجمية	المكتشف	ترتيبها اكتشافا	معدل	مكة نجمية	المكتشف	ترتيبها اكتشافا
١٢٢٨٤٩	٢٨١٢٤٢	١٨٤٧ ايلول ١٤	٢	١٢٢٨٤٩	٢٨١٢٤٢	١٨٤٧ ايلول ١٤	٢
١٧١٢٢٩	٢٧٢٤	١٨٤٧ ايلول ١٤	٤	١٧١٢٢٩	٢٧٢٤	١٨٤٧ ايلول ١٤	٤
١٢٨٠٨٦٩	١٦٥٥	١٧٨٧ ايلول ١٤	١	١٢٨٠٨٦٩	١٦٥٥	١٧٨٧ ايلول ١٤	١
٢٧٥٦٤٨	١٢١١	" " " "	٢	٢٧٥٦٤٨	١٢١١	" " " "	٢

ميل افلاكها $79^\circ \pm$ مباينة جزئية حركة متقهرة
 من رصد لاسل في مالطة سنة ١٨٥٢ حُسِبَت مبادي نبتانيا واوبرون كما هو ادناه
 (٢) نبتانيا $\frac{1}{2}$ ق فلكه على معدل بعد السيار ٨٨"٢٢ = ٢٨٨٠٨٠ ميلا
 طول العقدة الصاعدة $165^\circ 20'$
 ميل فلكه $100^\circ 24'$
 (٤) اوبرون $\frac{1}{2}$ ق فلكه على معدل بعد السيار ٢٠"٤٥ = ٢٨٤٢٣٠ ميلا
 طول العقدة الصاعدة $165^\circ 28'$
 ميل فلكه $100^\circ 24'$

من حركات هذه الافلاك قد استُعِلِمَ مادة اورانوس وهي حسب انكي $\frac{1}{249.0}$ وحسب ميدلر $\frac{1}{250.1}$ وحسب لامونت $\frac{1}{246.0}$ وحسب ادمس $\frac{1}{210.0}$ وحسب بوفارد $\frac{1}{179.18}$ وهذه القيمة الاخيرة قد تحققت زيادتها عن الصحيحة
 لاستعلام مواقع اورانوس يستخدم زيج بوفارد المطبوع سنة ١٨٢١ غير انه ليس بصحيح والى الآن لم يصنع غيره

نبتون ٣

(٢٠٧) معدل بعد عن الشمس ٢٧٤٦٢٧١٢٢٢ ميلا ومباينة فلكه 87.00° فيكون معظم بعده 277.0217344 وافلكه 2722220129 ميلا ومدته 164 سنة 6126 يوما وقطره الظاهر يختلف بين $26''$ و $28''$ فيكون قطره الحقيقي 26620 ميلا ولا يعرف له تسطح قطبي وحركته كل ساعة 12000 ميل ومدته دورانه على محوره مجهولة الى الآن وكثافته نحو $\frac{1}{4}$ كثافة الارض

منذ نحو ٤٦ سنة اخذ العلامة ألكسس بوفارد في اضطناع زيج لحركات اورانوس وفي حساباته المبنية على رصد السيار قبل اكتشاف كونه سياراً مع التي جرت بعد اكتشافه لم يستطع ان يجعل حساباً مطابقاً على نوعي الرصد فترك الاول ونسك بالثاني فصنع زيجاً لم يزل مستخدماً الى الآن غير انه ليس بصحيح وذلك ليس من خلل في الزيج بل في اختلاف حركات اورانوس لم يكن معروفاً قبل وزعم بوفارد نفسه ان ذلك من قبل سيار آخر فلكه خارج فلك اورانوس وهكذا زعم كثيرون من علماء الهيئة في ذلك الوقت وفي كانون الثاني سنة ١٨٤٢ شرع الاستاذ ادمس بحسب مواقع سيار خارجي مزعوم وجوده بناء على اضطرابات اورانوس وبعد ما اشتغل بذلك نحو سنتين ارسل نتائج حساباته الى سر جاورج ابري مدبر مرصد كرينويج ولكنه لم يشهر شيئاً من ذلك في وقت وفي صيف سنة ١٨٤٥ اخذ لاقرير برابع حركات اورانوس وفي آخر تلك السنة اشهر مؤلفاً به برهن عدم امكانية صدور اضطراب اورانوس من زحل ولا المشتري وفي حزيران سنة ١٨٤٦ اشهر مؤلفاً ثانياً برهن به ان ذلك من قبل سيار خارج فلك اورانوس وحسب له فلكاً كما كان ادمس قد فعل قبل ووصلت منه نسخة الى سر جاورج ابري في ٢٢ الشهر فلما رأى موافقة حسابات لاقرير بحسابات ادمس التي يبعث ارسل الى الاستاذ شالس من كمبردج في ٩ تموز يطلب اليه ان يفتش على السيار بنظارتهم فشرع بذلك في ١١ تموز وفي ٢٩ ايلول وجد السيار وكان الدكتور غال من برلين ايضاً يفتش على السيار فوجد نتيجته اياه في ٢٣ ايلول وفي ٢٤ منه تاكد انه هو موقعه الذي وجد فيه غال طول شمسي ٢٢٦° ٥٢'

" بحساب ادمس ٢٢٩° ١٩'

" بحساب لاقرير ٢٢٦°



شكل ١٢٨

من شكل ١٢٨ يتضح فعل هذا السيار في اورانوس فيه رسم فلك اورانوس ونبتون من سنة ١٧٨١ الى ١٨٤٠ فمن ١٧٨١ الى ١٨٢٢ يرى من توجه السهام ان جاذبية نبتون اسرع حركة اورانوس فظهر مقدماً عن الموضع المحسوب له وفي سنة ١٨٢٢ كان في الاقتران وفعل نبتون انما هو جذب اورانوس الى ابعد عن الشمس بدون ان يؤثر في طولهم ومن سنة ١٨٢٢ الى ١٨٣٠

اخر نبتون اورانوس في حركته حتى لاشي زيادة الطول المكتسب منذ ١٧٨١ وبعد سنة ١٨٣٠

تغيرت علامة الخطاء من + الى -

لم ير عليه مناطق ولا كلف فلا يعرف مدة دورانه على محوره
لنبتون قمر واحد كسفة لاسل ويوند في سنة ١٨٤٦ وزعا بثان غيران ذلك لم يؤكّد بعد
بعد القمر عن السيار على افتراض $\frac{1}{3} = 1$ هو ١٢٠٠٠ اي ٢٢٠٠٠٠ ميل ومدته النجمية
 $8^{\circ} 21' 8'' = 87^{\circ} 5'$ ومعظم نوابه ١٨ وهو على قدر نجم من القدر الرابع عشر وحركته متقهقرة
اما مادة نبتون فقد اختلفوا فيها وهي حسب ارثوستروف $\frac{1}{14494}$ وحسب بيرس $\frac{1}{18780}$ وحسب
بوندي $\frac{1}{19400}$ وحسب سافورد $\frac{1}{20000}$

لا يرى عن نبتون من السيارة غير زحل واورانوس
الزيج لنبتون المعتمد عليه هو زيج العلامة سيمون نيوكومب من المرصد الامي في واشنطن

الفصل الحادي عشر

في مبادئ افلاك السيارات

(٢٠٨) ان الناظر الى السيارات من سطح الارض يراها من خارج مركز حركاتها وخارج
سطوح افلاكها وكل رصد على سطح الارض يقتضي احالته الى مركز الشمس ثم من المعينات والنفصالات
تُحسب مبادئ قطع مخروط يرمخنيو في المواقع المعينة وتكون الشمس في المحترق ويقتضي لذلك
معرفة الصعود المستقيم والميل في ثلاثة مواضع ثم لكي يُحسب موقع سيار في وقت مفروض يقتضي
معرفة سبعة اشياء تُسمى مبادئ فلكه وهي

- (١) مدة دورانه حول الجرم المركزي
- (٢) معدل بعده عن الشمس اي نصف قطر هيليجيتو الاعظم او البعد الاوسط
- (٣) طول العقدة الصاعدة = δ
- (٤) ميل سطح فلكه على دائرة البروج = ϵ
- (٥) مبانة فلكه اي نسبة بعد المحترق عن المركز الى بعده عن المحيط = ϵ
- (٦) طول نقطة البعد الاقرب اي نقطة الراس = π
- (٧) موقع السيار في وقت ما معين

فالثالث والرابع مختصان بوضع سطح فلكه والثاني بعين مساحة فلكه والخامس هيئته (٢٠٩) موقع الشمس تُعرف من موقع الارض وبالعكس لانه بين طولها وعرضها ١٨٠° ابداً وموقع القمر الظاهر موقعه الحقيقي لاننا في مركز حركته والطول والعرض لهما يُعرف من صعودها وميلها بحساب المثلثات الكروية كما تقدم (ع ١٦٦) فصاعداً والامر ليس كذلك في السيارة فيقتضي ان نتحول رؤيانها من الارض الى ما كانت لو نُظِر اليها من الشمس اية في عرف علم الهيئة مفروض موقع سيار الارضي مطلوب موقعه الشمسي

(٢١٠) المبدأ الأول من الدوران . تُستعلم من رصد المدة بين وصول سيار الى عقدة الى ان يعود الى تلك العقدة ثانية . فمتى كان السيار عند العقدة اية عند نقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج يُرصد الصعود المستقيم والميل ويُحسب لاقوات متعددة ومنها يُحسب الطول والعرض فمتى كان العرض صفراً لنا وقت مرور السيار بالعقدة وان كانت بين عرضين محسوبين يكون واحد منهما شمالياً والاخر جنوبياً فيستعلم وقت الوصول الى العقدة بالنسبة وتكرر هذه الرصد عند رجوع السيار الى العقدة فتُستعلم مدته ويُصلح اصلاحاً جزئياً بسبب نفقار العقدة وتستعلم المدة ايضاً برصد المدة بين اقتران واقتران واستقبال واستقبال كما تقدم في القمر . مثاله عبور عطارد عند الاقتران الاسفل اذا عُرِف وقت حدوده مرتين . فاقسم المدة بينهما على عدد دورات في تلك المدة فيخرج معدل مدته القانونية

(٢١١) الامر الثاني بعد عن الشمس

ان كان السيار اسفل يُستعلم بعد عن الشمس هكذا

ليكن ش (شكل ١٢٩) الشمس وي الارض وس السيار . فس

التباين الاعظم ش ي س ثم قل ق : جيب ش ي س :: ش ي : ش س وان كان المنحني هليجياً نستعلم ش س مراراً عديدة فتختلف قيمته ومتى كثرت هذه القيمات يُعرف معدل البعد . اما السيارات العليا فيُستعلم بعدها عن الشمس برصد نفقارها عند الاستقبال لانه كلما زاد بعد السيار

قل نفقار الظاهر من قبل حركة الارض

ليكن ش الشمس (شكل ١٣٠) ي الارض وم سيار من السيارات العليا ولتبر ي على ي

في مدة قريبة مثل يوم واحد ويمر على م م في تلك المدة نفسها واذ قد عُرِفَت مدة دوران

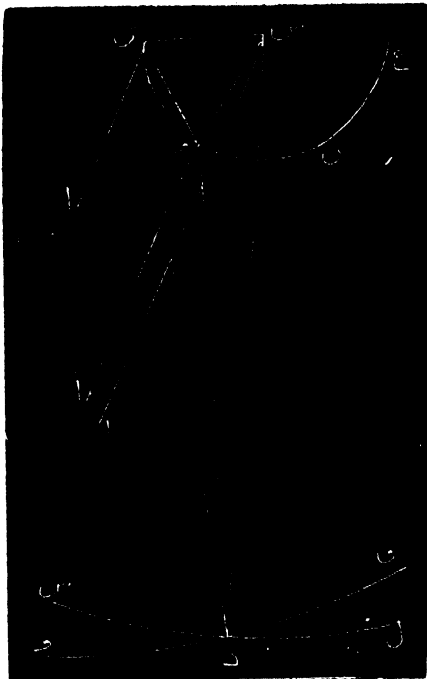
ي وم كما تقدم نعرف الزاوية ي ش ي والزاوية م ش م فتعرف فضلها م ش ي . ارسم



شكل ١٢٩

شكل ١٣٠

المخطي م واخرجه حتى يلاقي ش م في ك وارسم ي ر يوازي ش ك فالزاوية ك ي ر هي قياس
التهفر في يوم واحد اي في مدة مرور الارض على ي ي والسيار على م م وتعرف بالرصد والزاوية
ش ك ي = ك ي ر فتعرف الزاوية الثالثة ك ي ش فتعرف في المثلث م ش ي كل الزوايا
والضلع ش ي فيستعلم من ذلك ش م وهذا العمل يكرر عند كل استقبال فيعرف معدل البعد
عن الشمس



شكل ١٢١

(٢١٢) الامر الثالث طول العقدة الصاعدة

لتكن ش الشمس (شكل ١٢١) وي ن غ فلك
الارض وود ق قسما من فلك سيار وس دل قسما
من قوس في سطح دائرة البروج يقطع فلك السيار في
د فيكون ش د خط العقدتين وليكن ي آ ف آ ش آ
خطوطاً متوازية نحو الاعتدال الربيعي ولنفرض الارض
عند ي والسيار عند العقدة د فتكون النقطي ود
وش في سطح دائرة البروج واي د = طول د
واي ش = طول الشمس . وبعد استعمال هذين
الامر ين نعرف فضلتهما ش ي د ثم ليدير السيار دورة
كاملة حتى يعود الى د ايضاً وتكون الارض حينئذ عند

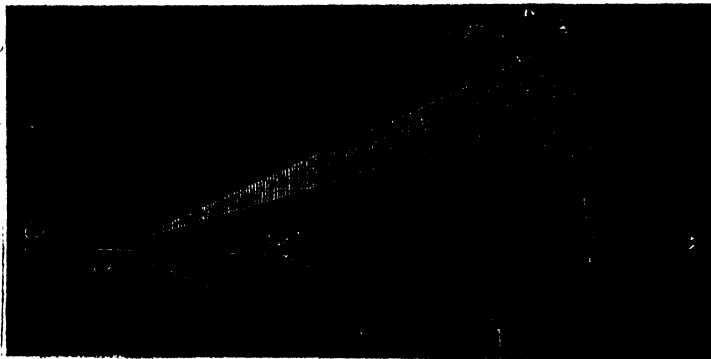
ف فيستعلم كاتقدم الطول آ ف د وطول الشمس آ ف ش وفضلتهما ش ف د واذا قد
عرفت المدة بين ي وف يعرف ش ي ش ف والزاوية ي ش ف فيعرف ي ف والزاوية
ش ي ف وش ي ف في نعرف د ي ف ود ف ي والضلع ي ف معروف فيستعلم ف د
وفي المثلث ش ي ف د لنا ش ف وف د وش ف د فنستعلم ف ش د . اطرح منها آ ش ف
(= كال آ ف ش) فنبقى آ ش د = طول العقدة الشمسي وتكرار هذا العمل استعلم تهفر العقدة
وهو بعض الدقائق في كل مئة عام

(٢١٣) الامر الرابع ميل فلك السيار على دائرة البروج

استعلم من الزيجات وقت اتفاق طول الشمس وطول العقدة الشمسي واستعلم لتلك اللحظة
طول السيار الارضي وعرضه الارضي ثم (شكل ١٢٢)

ليكن ي الارض وش الشمس وف موقع السيار ون و خط العقدة على استقامة
ي ش وي آ ش آ جهة الاعتدال الربيعي . ارسم ي ف واجعله نصف قطر وارسم سطح كرة ينقطع

دائرة البروج على قوس ب س ومن ف ارسم القوس ف ق عمودياً على ب س . اي و طول الشمس = آ ش و طول العقدة الشمسي . واي ق طول السيارة الارضي وفي المثلث الكروي ب ف ق ذي القائمة عند ق ف ق قياس العرض المستعلم وب ق قياس فصلة اي ق واي ش و ف ب ق الزاوية بينها اي ميل احدها على الآخر وهو المطلوب



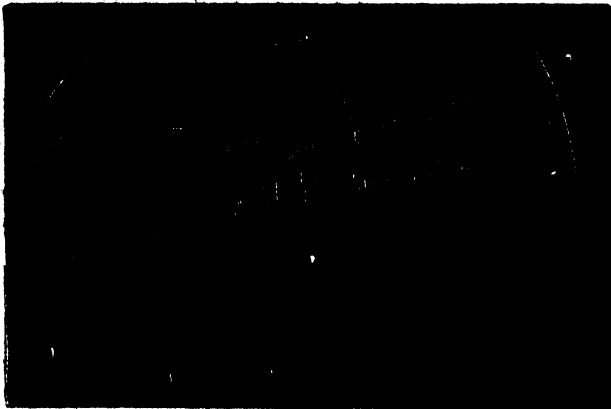
شكل ١٢٢

$\frac{1}{f} \times \text{جيب ب ق} = \text{ماس ف ق}$ في نظير ماس ف ب ق

(٥٨) $\frac{\text{جيب ب ف}}{\text{ماس ف ق}} = \text{نظير ماس ف ب ق}$

(٢١٤) لاجل استعمال طول سيار الشمسي وعرضه الشمسي

لتكن ش (شكل ١٢٢) الشمس ي الارض ي ب س فلكها ف السيار ي ا ش آ جهة الاعتدال الربيعي . ارسم ف ق عمودياً على سطح فلك البروج اي ق = طول السيارة الارضي وآ ش ق طوله الشمسي وف ي ق = العرض الارضي وف ش ق العرض الشمسي وش ي ف

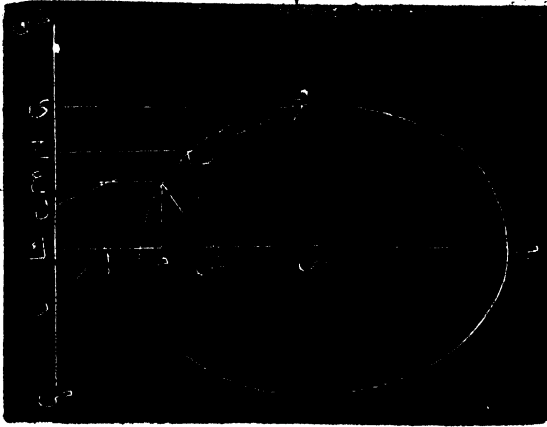


شكل ١٢٣

اي تبين السيار عن الشمس في قوس يعرف من الرصد . ش ي القطر المحامل للارض وش ف القطر المحامل للسيار معروفان ايضاً فيستعلم في والمثلث ف ي ق ذوقائمة عند ق فيستعلم ي ق . وفي المثلث ق ي ش معروف ي ق وي ش

والزاوية ق ي ش (= اي ش - اي ق) فيستعلم ق ش ي وق ش . اطرح ي ش آ (اي كمال اي ش) من ق ش ي فتعرف آ ش ق وهي طول ف الشمسي . ثم في المثلث

ف ش ق الفاعم الزاوية لنا ش ق وش ف فتستعلم ف ش ق اي العرض الشمسي
(٢١٥) الامر الخامس والسادس اي مباينة فلكه وطول نقطة الرأس اية نقطة البعد
الاقرب الى الشمس (شكل ١٢٤)



شكل ١٢٤

يتعين في فلكه ثلاث نقط م ون وف
حسب ما تقدم فيكون س م س ن س ف
اقطار حاملة ارس م ن م ن ف فيعرف المثلثان
م ن س ن ف س اخرج ن م حتى تكون
نسبة ن ر م ر ن س م س فتعين
نقطة ر واجعل ن ل ف ل ن س
ف س فتعين نقطة ل وارسم الخط ص ض
ماراً على ر ول فهو الخط المرشد لقطع

المخروط المار في م ون وف. ارس عليه اعمدة من س وم ون وف فيمحور المنحني هو في ك س بعد
اخرجه والنسبة س م م غ هي النسبة لكل نقطة من المنحني. انظر كتابي في التعاليم صحيفة ٢٦٣
ارسم م د عموداً على ك س فالزاوية ل ن س هي الزاوية الخارجة للمثلث ن ف س وهي
معروفة. اطرح منها م ن س تبق ل ن ر ولنا الضلعان ل ن ن ر فنستعلم الزاوية عند ر
ولنا م ر من المثلث م غ ر فنستعلم م غ والزاوية غ م ر و ١٨٠ - (غ م ر + م ر س) =
م س د وم س معروف فنستعلم د س. وغ م + د س = س ك اي بعد المحترق عن الخط
المرشد فلاجل استعمال البعد الاقرب اقسام س ك بحيث تكون نسبة س ا ا ك س م م غ
فنقطة ا هي البعد الاقرب

وللبعد الابعد اخرج ك س الى ب بحيث تكون نسبة س ب ب ك س م م غ فتكون
نقطة ب البعد الابعد

انصف ا ب في س واقسم س س على ا س فالخارج مباينة الفلك
اما طول نقطة البعد الاقرب فيعرف من م س لان طول س م يعرف من اول العمل
بالرصد كما تقدم

في معرفة اقدار الاجرام بالمقابلة بين افلاك اقمار دائرة حولها
(٢١٦) معرفة اقدار الميولي في الاجرام السموية امر مستغرب عند عامة الناس ولكنه معروف
بالنديق من قواعد المجاذبية العامة

لنفرض ج = جاذبية جرم وم = قدر الهبوط فيه وبعد د فقد تقدم ان ج يتغير بالاستقامة
كمقدار الهبوط فيه وبالقلب كربع البعد اي ج $\propto \frac{1}{r^2}$ وقد تبرهن ايضاً ان قوة الجاذبة تتغير
كالبعد وبالقلب كربع المدة اي كالبعد منسوماً على مربع وقت الدوران اي ج $\propto \frac{1}{r^2}$ حيث و =
وقت الدوران فبالمساواة $\frac{1}{r^2} \propto \frac{1}{r^2}$ وم $\propto \frac{1}{r^2}$ اي مقدار الهبوط في جرم مركزي هو كعكس البعد
وبالقلب كربع مدة الدوران ا ب مكمب البعد على مربع وقت الدوران فللمقابلة بين الشمس التي
تدور حولها الارض والارض التي يدور حولها القمر لنا

$$\frac{328750}{(37423)} : \frac{91430000}{(365256)} :: 1 : 238048 \text{ تقريباً اي الشمس } 238048 \text{ مرة اكبر من}$$

الارض وعلى هذا الاسلوب قد استعلم ان قدرها = 674 مرة قدر السيارات جميعها معاً
مثال ١ لو كانت مادة الارض تعدل مادة الشمس فبكم من الوقت كان القمر يدور حولها
على افتراض بعده مثل بعده الآن

$$\text{ليكن ك الوقت المطلوب فلنا } 1 : 238048 :: \frac{1}{(37423)} : \frac{1}{r^2} = \frac{1}{r^2} \text{ ف } r^2 = 238048$$

مثال ٢ كم يجب ان يزيد جرم الارض لكي يدور القمر حولها في نفس مدته المحاضرة اذا بعد
عنها ثلاثة امثال ما هو الآن

مثال ٣ بعد المشتري عن الشمس ٤٩٦٠٠٠٠٠ ميل ومدته ١٢٨٥ يوماً و٤٣٢ يوماً وقمره
الرابع بعيد عنه ١٢٠٠٠٠ ميل ويدور حوله في ١٦ يوماً ف١٦ : ٢١ فها هي نسبة المشتري الى
جرم الشمس

مثال ٤ القمر يدور حول الارض في ٢٧٢٢ يوماً على بعد ٢٣٨٦٥٠ ميلاً وقمر المشتري
الثاني يدور حوله في ٢٠٥٢ ايام على بعد ٤٤٢٩٠٠ ميل فها هي نسبة جرم الارض الى جرم المشتري
الجواب ١ : ٢٧٨

(٢١٧) جرم السيارات التي لها افار تُعرف بمقايضة اوقات دوران القمر حول السيارة على
دوران السيارة حول الشمس وبذلك تُعرف نسبة اجرامها بالنسبة الى الشمس والتي ليس لها افار
تُعرف اجرامها بفعلها في غيرها لاضطراب حركاتها . مثاله فعل القمر في المد والجزر يستدل به على
جرمه وفعل الزهرة في اضطراب حركة الارض يستدل به على جرمها

(٢١٨) كثافة الاجسام تتغير كاجرامها منسومة على حجمها فان عرفنا الجرم والحجم نعرف
الكثافة بالنسبة الى كثافة الارض التي تُحسب واحداً ويُعرف ثقلها النوعي بنسبة كثافتها الى كثافة
الماء فتوزن الاجسام السموية كما توزن المواد الارضية وقد ذُكرت الكثافة والثقل النوعي (انظر
صحيحة ١٦٥)

في ثبوت النظام الشمسي

(٢١٩) ان التغيير الحاصل لحركة سيار من جراء فعل آخر فيه قليل جداً في دوران واحد ولكن هذا التغيير القليل في تمادي الادوار يبلغ الى تغيير عظيم ان بقي على حاله ونخرج من ذلك مسائل معتبرة منها هل لا يؤول ذلك الى ملاشاة الترتيب الحسن الذي نراه الآن وبالنسبة الى خراب النظام الشمسي تماماً فان زادت مباينة فلك الارض شيئاً فشيئاً او اقترب القمر الى الارض قليلاً في كل دورة فلا تتغير فصولنا تماماً بالاول ولا ينع القمر الى الارض اخيراً بالثاني وهكذا في بقية السيارات وهذه التغييرات حادثة كما يعلم من الرصد في ادوار متتابعة وحركة القمر الآن اسرع مما كانت قديماً وميل دائرة البروج 23° اقل مما كان في عصر ارستطاليس ولكنه قد تحقّق ايضاً ان هذه التغييرات لها حد معلوم وبعد بلوغها فلا ذلك الحد تعود الحركات راجعة الى ما كانت عليه حسبما برهنه لاكرانج ولاپلاس من قواعد الجاذبية العامة فلا يمكن لافلاك السيارات ان تتغير كثيراً عما هي عليه ولا لدائرة البروج ان تطابق على خط الاستواء

(٢٢٠) في النظام الشمسي كل ما كان جرم السيار اعظم كانت مباينة فلكه اقل فدرى الاصغر مثل النجوم وعطارد والمريخ مباينة افلاكها كثيرة وكلها صغيرين جرمًا ومباينة فلك المشتري قليلة جدًا وذاك يؤول ايضا الى منع خروجهما كثيرا عن افلاكها المحاضرة ومن هذه الاسباب يزال كل خوف من جراء عدم ثبوت النظام الشمسي

(٢٣١) بين السيارات نسبة ثابتة من جهة سرعتها وبعدها عن الشمس وجاذبية الشمس
لذا حتى اذا عُرِفَت نسبة سيارة الى سيار من جهة امر واحد من هذه الثلاثة يُعرف الاخران

لتفرض R = معدل البعد و t = مدة الدوران و s = السرعة و j = الجاذبية ولنفرض
 v = البطوء = مكفوء السرعة اي $\frac{1}{s}$ و l = الخفة اي مكفوء الجاذبية اي $\frac{1}{j}$
 ثم حسب (١٠٤) $s = \frac{\pi^2}{t} \propto \frac{1}{t} : s \propto \frac{1}{t^2}$

وبموجب قاعدة كپلر الثالثة

$$\frac{1}{r} \propto s^{\frac{2}{3}} :: \frac{r_1}{r_2} \propto s_1^{\frac{2}{3}} :: s_1^{\frac{2}{3}} = \frac{r_1}{r_2}$$
$$\text{ثُمَّ } \frac{1}{\infty} = \frac{1}{\infty} : \frac{1}{\infty} = \frac{1}{\infty} = \frac{1}{\infty} \therefore \frac{1}{\infty} = \frac{1}{\infty} \text{ وَص } \frac{1}{\infty} = \frac{1}{\infty}$$

وایضا بحث آن س ∞ س $\frac{1}{\infty}$ و ر x ت س ∞ ن ا و س $\frac{1}{\infty}$

$$1.8 \times 10^{-1} \text{ } 8 \times 10^{-1}$$

حسب قاعدة المخازنة $\infty \frac{1}{1} : \frac{1}{1} \infty \frac{1}{1} \frac{1}{1} \frac{1}{1}$ وقد تقدم ان $\infty \frac{1}{1}$

فلما ما تقدم

ص ص ر ص ت ص ل ص فلنا مكفوف السرعة ص والبعد ر
والمنات ومكفوف الجاذبية ل ويدل على تناسب بعضها الى بعض بالسلسلة الهندسية ص ص
ص ص فيها الحلقة الاولى = التناسب

(٢٢٢) لاجل استخدام هذه التناسبات اذا فرضت سرعة سيارين فخذ مكفوفها فللك
تناسب ص للاتنين فترقي حلقات هذه السلسلة الى القوة الثانية او الثالثة او الرابعة حسبما تقتضيه
المقابلة بين الاثنين من جهة راوت او ل

اذا فرض تناسب البعد او المناء او الجاذبية بين الاثنين فاستخرج الجذر المثلول عليه بدليل
ص لكي تستعلم التناسب من جهة ص ثم يتم العمل كما تقدم
مثال ١ مدة النجوم پلاس ٢ سنين فكم يزيد بعدك عن الشمس على بعد الارض عنها وكم
يُجذب اقل من الارض الى الشمس وكم تبطل حركته عن حركة الارض
لفرض ت ص رل للارض وت ص رل لپلاس ثم

$$ت : ت :: ١ : ٦٦٧٤$$

$$١ : ٦٦٧٤ :: ٢ : ص$$

$$ص : ص :: ١ : ٦٦٧٢ اي سرعة الارض ٦٦٧٢ اكثر من سرعة پلاس$$

ثم ر : ر :: ١ : (١٦٧) : ١ : ٢٧٩٢٦ اي زيادة بعد پلاس عن الشمس فوق بعد
الارض عنها

وايضاً ل : ل :: ١ : (١٦٧) : ١ : ٢٧٩٨٥ اي الشمس تجذب الارض نحو ٢٨
مرات اكثر مما تجذب پلاس

(٢) كم تكون مدة سيار يدور حول الارض عند سطحها

بعد القمر = ٦٠ × ١/٢ ق الارض تقريباً فبعد هذا السيار : بعد القمر :: ٦٠ : ١

$$ص : ص :: ١ : (٦٠) : ١ : ٦٠ : ١ : ٦٦٤٦$$

ومدة القمر ٢٧٢٢ يوماً = ٦٨٠٥٠ ساعة فتكون مدة السيار $\frac{70078}{67476} = ١٠٤١١$ ساعة

$$= ٢٤٣٩٠ تقريباً$$

(٣) كم يجب ان تسرع الارض حتى تخسر الاجسام على خط الاستواء كل وزنها

هذه هي نفس حالة السيار المذكور في المثال اثاني مدته ١٠٤١١ ساعة و $\frac{٢٤}{١٢٤١١} = ١٧$ فلو

اسرعت الدورة اليومية على المحور ١٧ من لخسرت كل الاجسام على خط الاستواء وزنها ودارت
دورة مستقلة

مثال ٤ ما هي مدة جرم دائر حول الأرض على بعد ٥٠٠٠ ميل عن مركزها
الجواب ٥٩٣ ١/٤ ٢٢

مثال ٥ الى كم يجب ان يبعد القمر عن الأرض لكي نصير مدته سنة

الجواب ١٢٤٤٠٠٠ ميل

مثال ٦ لو كشف سيار حركته اليومية خمسة امثال حركة عطارد اليومية فكم تكون بعده

الجواب ١٤٨٠٠٠٠ ميل

عن مركز الشمس

مثال ٧ النجم الكبير المذنب سنة ١٨٤٢ كان عن مركز الشمس عند البعد الاقرب

٥٢٢٠٠٠ ميل فاهي سرعته كل ساعة

مثال ٨ كم يجب ان يزيد جرم الأرض لكي يدور حوله القمر في ٢٤ ساعة على بعده الحاضر

مثال ٩ اذا قذفت مواد من بركان في القمر نحو الأرض اين تكون على موازنة بينها على

افتراض جرم القمر ١/٨ من جرم الأرض

الجواب ٢٤٠٠٠ ميل من مركز القمر تقريباً

مثال ١٠ على افتراض عدم وجود جرم في الكون غير كرة قطرها قيراطان كثافتها كثافة

الأرض ولها قمر نقطة كم تكون مدة القمر على بعد قدم اذا دار في دائرة نامة

الجواب ٢ ١/١٠ ١٢

قد تقدم ان الجاذبية تتغير بالاستقامة كالمادة وبالقلب كمربع البعد والنور بالاستقامة كالمادة

او مقدار الجسم النير وبالقلب كمربع البعد

مسئلة. اذا فرضت مادة الأرض ٧٥ مرة مادة القمر والبعد بينهما ٢٠ مرة قطر الأرض ووصل

بين مركبيهما بخط فابن على ذلك الخط تكون الجاذبية نحو احدها متساوية للجاذبية نحو الآخر

افرض س = مادة القمر وب = مادة الأرض ود = البعد بينهما وك = بعد النقطة

المطلوبة من مركز الأرض فيكون الباقي (د - ك) وبالمبدأ المذكور

ك : (د - ك) :: ب : س $\frac{ب}{س} = \frac{د - ك}{د}$ $\frac{ب}{س} = \frac{د - ك}{د}$

اجاباً ك = $\frac{د \cdot ب}{ب + س}$ ود = $\frac{د \cdot س}{ب + س}$

وبالمفروض د = ٢٠ ب = ٧٥ وس = ١

ك = $\frac{٢٠ \cdot ٧٥}{١ + ٧٥}$ = ٢٦ ٢/٣ تقريباً ود - ك = ٢٢١ تقريباً

فالنور يختلف كالمساحة وبالقلب كربع البعد

مساحة الكرات هي بالنسبة الى كعوب افطارها ولنفرض $م = \text{قطر المريخ}$ و $م = \text{قطر القمر}$

ور = بعد المريخ عن الشمس ور = بعد القمر عن الشمس

فنور المريخ = $\frac{م^2}{ر^2}$ ونور القمر النسبي $\frac{م^2}{ر^2}$

ثم من انعكاس النور منها الى الارض يقل بالنسبة الى مربع بعد الجرمين المذكورين عن الارض

افرض د = بعد المريخ عن الارض

د = بعد القمر عن الارض

فحينئذ $\frac{م^2}{د^2} = \text{نور المريخ عند ادارة كل وجهه المنور نحو الارض}$ و $\frac{م^2}{د^2} = \text{نور البدر}$

فلنحسب نور المريخ وهو في الاستقبال واحداً

ولنفرض نور القمر البدر بالنسبة الى نور المريخ ك فلنا

$$\frac{م^2}{د^2} : \frac{م^2}{ر^2} : 1 :: ك$$

$$ك = \frac{م^2}{ر^2} \times \frac{ر^2}{م^2} \times \frac{م^2}{د^2} . \text{يكفي في هذا الكسر معرفة نسبة م الى م و الى ر}$$

$$م = 4000 \text{ تقريباً } م = 2150 \text{ } م = \frac{42}{80}$$

$$ر = 144000000 \text{ } ر = 90000000 \text{ } ر = \frac{144}{90}$$

$$د = 144000000 - 90000000 = 54000000 \text{ } د = 24000000 \text{ } د = \frac{4900}{24}$$

$$وك = \left(\frac{42}{80}\right)^2 \times \left(\frac{144}{90}\right)^2 \times \left(\frac{4900}{24}\right)^2 = 27611$$

اي نور البدر 27611 مرة نور المريخ عند الاستقبال وهو على معظم نوره

مسألة . ما هو نسبة نور المشتري الى نور زحل عند الارض عند استقبالهما على افتراض نسبة

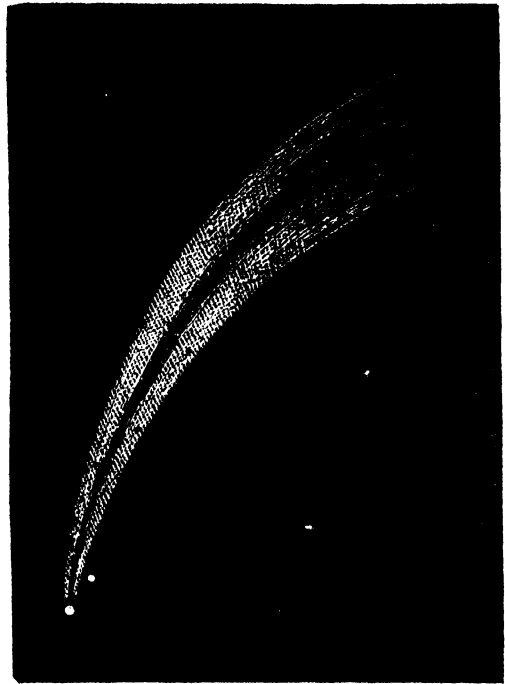
قطر المشتري الى قطر زحل :: 111 : 83 وبعد الثلاثة الاجرام النسبي عن الشمس 10 و 52 و 90

الجواب اذا حسب نور زحل واحداً يكون نور المشتري 2445 تقريباً

الفصل الثاني عشر

في النجوم المذنبة والنيازك او الشهب

(٢٢٣) لنجم ذي ذنب غالباً ثلاثة اجزاء وهي النواة او اللب واللحمة والذنب اما النواة فهي نقطة بيضاء نيرة في وسط الراس واما اللحمة او الشعر فهي مادة سحابية محيطة بالنواة وكثير منها لا يرى لها نواة اما الذنب فكانه امتداد للحمة وذلك احياناً الى طول عظيم جداً



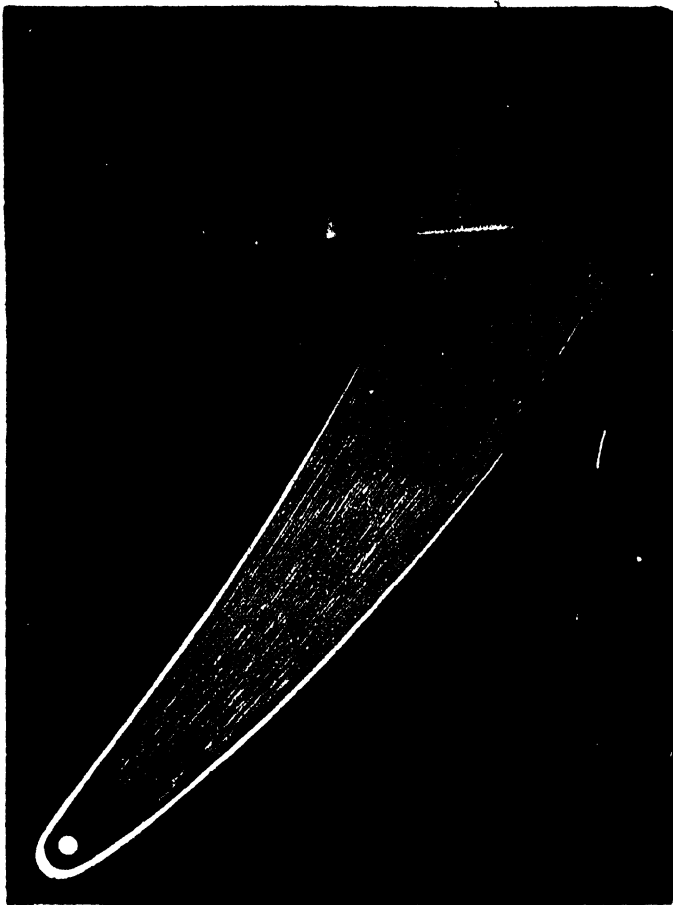
شكل ١٢٥ مذنب دوناتي مارز بالسماك الراح

في ٥ ا سنة ١٨٥٨

شكل ١٢٦ مذنب سنة ١٦٨٠

(٢٢٤) عدد هذه الاجرام كثير وقد حُسِبَت افلاك نحو ٢٠٠ منها وقد ذُكِرَ ظهور اكثر من ٥٠٠ لم تُحَسَب افلاكها وربما ياتي ويمضي منها كثير لا ترى لكونها فوق الافق في النهار مدة ظهورها للارض وقد ذكر الفيلسوف سنيكا انه في كسوف حدث ق م ٦٠ ظهر نجم مذنب بقرب الشمس وقد رسمنا صورة رَوَى بعض هذه الاجرام مع اوقات ظهورها فالذي ظهر في سنة ١٦٨٠ رصده احمق نيوتون وحسب فلكه وهو اول من حسب فلك نجم مذنب على موجب قواعد تعاليمية حقيقية . اقتررب الى الشمس حتى صار بينها ١٢٠٠٠٠٠ ميل فقط

ومن هذه الاجرام ما سُمِّيَ مذنب هالي لان المعلم هالي حسب فلكه واخبر بوقت رجوعه فرجع حسب ما اخبر به ومنها مذنب انكي ومذنب بيبا لامتدتها ليست بطويلة كما سياتي ذكره (٢٢٥). بين هذه الاجرام اختلاف كلي في حجمها ونورها فتقرا في التاريخ عن نجم مذنب ظهر في رومية مذ بسيرة قبل موت بوليوس قبصر كان يرى في نصف النهار وقت معظم نور الشمس والذي ظهر في ١٦٨٠ امتد ذنبه في قوس ٩٧ وحسب طوله ١٢٢٠٠٠٠٠٠ ميل والذي ظهر في ١٨١١ كان قطر نواته ٤٢٨ ميلاً فقط وطول ذنبه ١٢٢٠٠٠٠٠٠ ميل ولواتفت الارض فيه لاحاطها اكثر من ٥٠٠ مرة وقد ظهرت نجوم مذنبية قطرها ٢٥ ميلاً فقط وكثير منها بيان لنا مثل قليل من البخار او قطع من الضباب واكثر النجوم المذنبة لا تترى الا بواسطة نظارة



ورؤية نجم واحد من هذا النوع تتغير عما كانت قبل وقد ظهر نجم هالي سنة ١٢٠٥ وسُمِّيَ النجم ذا المقدار الممول وفي ١٤٥٦ امتد ذنبه من الافق الى سمت الراس وامر البابا بتقديم صلوات خصوصية يومياً في جميع الكنائس لعل الله ينجي العالم من هذا النجم ولما ظهر ايضاً في سنة ١٦٨٢ كان طول ذنبه ٣٠ فقط وفي ١٧٥٩ لم يَرَّ الا بالنظارة حتى بعد جوازه نقطة البعد الاقرب وعند رجوعه سنة ١٨٣٥ كان طول ذنبه ١٢ فقط وهذا التغير حاصل من تغير موقعه بالنسبة الى الارض لانه ان نُظِرَ الى الاذنان على خط عمودي

شكل ١٣٧ مذنب سنة ١٨١١

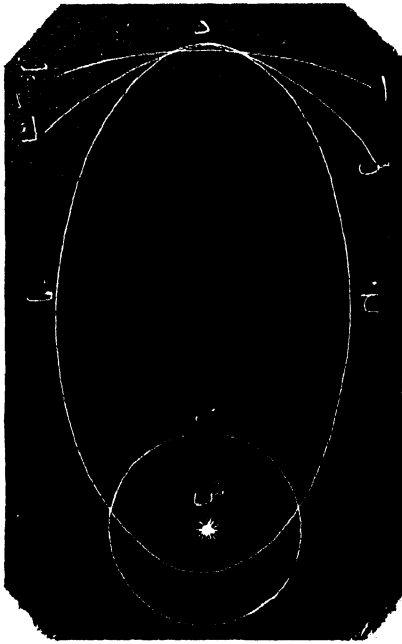
تبان قصيرة وان نُظِرَ اليها بالورب تبان طويلة وايضاً من كون الارض احياناً قريبة اليها عندما نقطع دائرة البروج واحياناً بعيدة وهي ايضاً تتغير حقيقة حجمها ونورها (٢٢٦) مدات دوران هذه الاجرام تختلف ايضاً كثيراً. فمذنب انكي يدور في ٣ ١/٢ سنة او ١٢٠٨

أيام ولا يُعرف مذنّب مدته أقصر من هذه والذي ظهر سنة ١٨١١ قد حُصيت مدته ٢٠٦٥ سنة على احتمال خطأ ٤٣ سنة بعد الأبعد ١٤ مرة بعد نيتون عن الشمس أي ٤٠١٢١٠٠٠٠٠ ميل والمسافة بين هذه الأجرام والشمس مختلفة كثيراً فمذنّب انكي لا يخرج خارج فلك المشتري ومذنّب هالي بعيد عن الشمس مضاعف بعد اورانوس أو ٢٦٠٠٠٠٠٠٠ ميل تقريباً والبعض تبعد أكثر من ذلك على ما بُرغم والبعض تتحرك في أفلاك شبيهة أو هذلولية فلا تعود أصلاً. ومنها ما يتقدم نحو الشمس على منحني مختلف قليلاً عن خط مستقيم وينقطع السماء بقرب الشمس حتى يخفي في نورها ثم يظهر أيضاً من الجانب الآخر وربما زاد لمعانه وطول ذنبه. ونور هذه الأجرام مستمد من الشمس وقد ظهر في بعضها رؤى كروى القمر نادرة الظهور من جراء المادة السحابة أو اللجبة المحيطة بالنواة ويُعرف كون نورها مستمد من خصائص النور الذاتي والمستمد

(٢٢٧) اذنانب هذه الأجرام غالباً تطول عند اقترابها إلى الشمس وعند ابتعادها أحياناً يتلاشى الذنب قبل أن تخفي النواة عن النظر وأحياناً ينقسم الذنب إلى أقسام وفي سنة ١٧٤٤ ظهر نجم له ستة اذنانب منفردة بين الذنبتين الجانبيين زاوية ٤٥°. والذنب مقبلة إلى خلاف جهة الشمس عن النواة فعند التقدم نحو الشمس يكون الذنب وراء النواة وعند الذهاب عنها يسبق الذنب النواة ومحوره في الغالب منحني فتعبر نحو جهة حركة النجم

(٢٢٨) الهبولى في نجوم ذوات اذنانب قليلة جداً ومادة اذنانبها لطيفة جداً حتى تباين النجوم من ورائها فلا تحسب إلا بخار لطيف ينفذ فيه شعاع الشمس وكثافتها كافية لتعكس بعض هذه الشعاع وأعلى الغيوم أكثر كثرة من هذه الاذنانب وقلة هبولى هذه الأجرام بيان من مرورها بقرب السيارات بدون اضطراب حركاتها ما يُشعر به فالذي ظهر سنة ١٧٧٠ في طريقته نحو الشمس دخل بين اقمار المشتري وبقي هناك ٤ أشهر تقريباً ولم يحدث من ذلك تغيير في حركاتها وهو أيضاً اقترب إلى الأرض حتى كان بينها ١٤٠٠٠٠٠ فقط فلو كان جرمه مثل جرم الأرض لاضطربت به حركات الأرض وطالت السنة ٤٧٢ ولكن لم يحصل منه تأثير يُشعر به ولذلك حسب لايلاس جرمه $\frac{1}{1000}$ من جرم الأرض وإن قيل ما هو البرهان على أنها أجرام وعلى أنها ليست اندفاعات نور لتقبل أنها وإن لم يحصل اضطراب في حركات السيارة من جراها ولكنها هي نفسها تضطرب كثيراً بالسيارات كما أن ابنه مغناطيسية تعرف كثيراً بقطعة حديد بدون أن تتحرك القطعة أصلاً بل هذه الأجرام نفسها تتغير أفلاكها بالأكلية من جرائها ذاتية سيارها فالذي ظهر في سنة ١٧٧٠ كان فلكه حينئذٍ هليجياً بقطعة في مئة $\frac{1}{5}$ سنين ونجوى من عدم ظهوره قبل ذلك وظنوا أنه قد انصرف عن طريقته الأصلية بجاذبية المشتري ثم وُجد بالتقريب أنه دخل في فعل جاذبية المشتري في أوائل

سنة ١٧٦٧ تم بحساب مقدار تلك الجاذبية وجدوا فلكه قبل دخوله في جاذبية المشتري هيليوساً بقطعة في مدة ٥٠ سنة وبعد الأقرب بقرب المشتري عوضاً عن ان يكون بعد الأبعد هناك فعرف سبب عدم ظهوره قبل وفي كانون الثاني ١٧٦٧ كان بقرب المشتري وكلاهما متحركان الى جهة واحدة والأقرب قليلاً في سطح واحد فبقيا على ذلك مدة بعض الشهور وكان السيارين النجم والشمس فانحرف النجم عن فلكه حتى تغير فلكه الى ما يقطعه في $\frac{1}{5}$ سنين ثم في اقترابه الى الشمس سنة ١٧٧٩ وقع ايضاً في جاذبية المشتري وبقي على ذلك من حزيران الى تشرين الأول وفي شهر آب كان بعد المشتري عنه $\frac{1}{4}$ بعد عن الشمس وكانت جاذبية المشتري له ٢٢٥ مرة اعظم من جاذبية الشمس له فانحرف الى فلك جديد بعد الأقرب عن الشمس بقرب سيرس ومدته ٢٠ سنة وعلى ذلك البعد من الشمس لا يظهر لنا وهو يبقى في فلكه هذا الى الابد اذا ما فعلت فيه علة اخرى تحرفه ايضاً حتى يدور في فلك اصغر من الذي يدور فيها الآن



شكل ١٢٨

(شكل ١٢٨) ا ب قسم من فلك المشتري ي فلك الارض س د فلك المذنب قبل ١٧٧٠ فعند د تعوق من قبل فعل المشتري فنجذبه الشمس الى الفلك الصغير د ف ح فربه دورتين ثم عند د فعل به المشتري ايضاً واسرعه حتى تحرك في س د ك

افلاك النجوم المذنبة مختلفة الميل على دائرة البروج بين ٩٠ الى ٩٠ وحركتها احياناً كثيرة مدبرة اي قد تدور حول الشمس من الشمال الى الجنوب او من الشرق الى الغرب (٢٢٩) اصول افلاك النجوم المذنبة هي

(١) وقت بعدها الاقرب من الشمس = P P او τ

(٢) طول نقطة البعد الاقرب = π

(٣) طول العقدة الصاعدة منظوراً اليها من الشمس = Ω

(٤) اقل بعده عن الشمس في امثال $\frac{1}{2}$ ق الارض = q

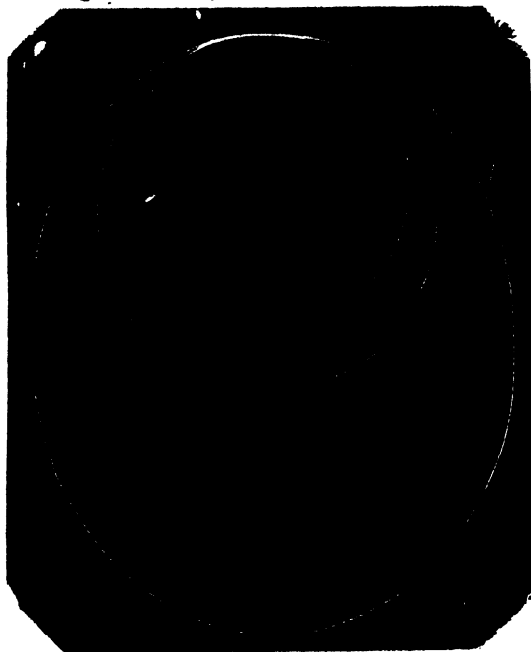
(٥) ميل فلكه على دائرة البروج = ι واستعلام هذه الاصول سماه نيتون عملياً طويلاً عسراً

وذلك من كون هذه الاجرام ظاهرة مدة يسيرة في جزء صغير من افلاكها ومن كون حركات بعضها الى خلاف جهة حركة الارض او عمودية على دائرة البروج وايضاً لان منحنيات كثيرة هيليوسية قد يكون بعدها الاقرب في نقطة واحدة فان انحرفت قليلاً جداً في تلك النقطة تغير انحناء الهيليوسية

تماماً كما يتضح من شكل ١٢٩ فخطأ بعض الثواني في ذلك يجعل اختلاف مئات سنين في مدة الدوران وعلى ذلك حسب المعلم يسأل مدة مذنب سنة ١٧٩٦ انها ٢٠٨٩ سنة وبعد حين وجد ان

خطأه ٥" في الرصد كان يزيد تلك المدة الى ٢٦٧٨ او ينقصها الى ١٦٥٢ سنة

(٢٣٩) للاسباب المتقدم ذكرها يفرض معلوم هذا الفن لذوات الاذنان افلاكاً شلمية وبحسبون مداتها على ذلك المفروض لكون الشلمية متوسطاً بين الهليلجي والهلدولي. الا في ذوات اذنان مداتها قصيرة مثل نجم انكي ثم يراجعون قوائم النجوم المذنبية فاذا وجدوا ما تقرب اصول فلكه الى المحسوب يحسبون فلكه على افتراضه هليلجياً ويستعملون مدته حسب ذلك



شكل ١٢٩

الاصول المتقدم ذكرها ما خلا مدة

الدوران تحسب كاصول السيارات ويكفي لذلك ثلاث رصود لمعرفة صعودها المستقيم وميلها (٢٤٠) من جراء تغيير روية ذي ذنب لا تتحقق ذاتيته من رويته بل من ذاتية اصوله وعلى ذلك عرف هالي النجم المسى باسمه انه هو نفس المذنب الذي ظهر قبل في سنين معلومة اي من مساواة اصوله في تلك السنين كما يتضح من هذا الجدول

وقت الظهور	ميل فلكه	طول العقدة	طول نقطة الرأس	البعد الاقرب	جهة الحركة
١٤٥٦	١٧' ٥٦"	٣٠' ٤٨"	٢٠٠' ٢١"	٥٨'	مدبرة
١٥٢١	١٧' ٥٦"	٢٥' ٤٩"	٢٩' ٢٠"	٥٧'	"
١٦٠٧	١٧' ٠٢"	٢١' ٥٠"	١٦' ٢٠"	٥٨'	"
١٦٨٢	١٧' ٤٢"	٤٨' ٥٠"	٣٦' ٢٠"	٥٨'	"

ولاريب ان هذه اصول جرم واحد والمئات ٨٥ او ٧٦ سنة فحسب هالي انه يعود بظهور ١٧٥٨ وبقي المعلمون في انتظاره عند ذلك الوقت ثم وجد ان طريقة يكون بقرب زحل والمشتري فيتاخر بذلك وحسب كلارود الفرنساوي مدة التاخير ٦١٨ يوماً اي ١٠٠ يوم من جاذبية المشتري و٥١٨ من جاذبية زحل وعلى ذلك كان يجب ان يظهر سنة ١٧٥٩ وعين المذكور وقت وصوله الى نقطة الرأس اليوم ١٢ من نيسان وبالحقيقة وصل الى تلك النقطة في ١٢ من اذار من تلك السنة

ثم ان يونتكولات الفرنسي حسب وقت رجوعه في تشرين الثاني سنة ١٨٢٥ ووصوله الى نقطة الراس لم يختلف الا يوماً واحداً عن الوقت المحسوب له

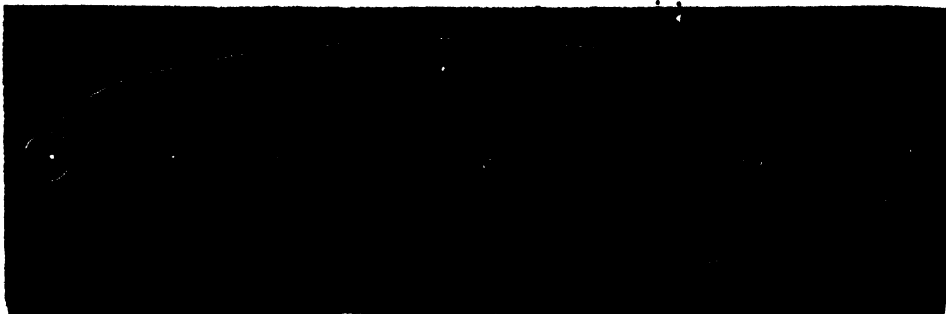
(٢٢١). اما نجم انكي فمن وقت حساب مدته الى الآن لم ينزل برج في اوقات المعينة وبه انفكت المسئلة هل الفسحات بين السيارات خالية بالكلية او فيها مادة وقد حسبت خالية لعدم تاثير شعريه في حركات السيارات ولكن قشة او ريشة خفيفة بفعل فيها انصدام لا يفعل في كلة مدفع وقد وجد ان هذا النجم تاخر قليلاً من تصادم مادة في الفسحات بين السيارات ومن اول كشفه الى الآن تاخر بذلك يومين وفعل هذا الانصدام هو تقرب النجم اكثر واكثر الى الشمس في كل دورة الى ان يقع اليها ولا بد من ذلك بعد تتابع الادوار اذا ما وجد ما يوول الى متعوكا رابنا في اضطرابات السيارات غير ان حقيقة وجود المادة المشار اليها باقية تحت الشك اذ لم يظهر لها تاثير في رجوع النجم سنة ١٨٢٥

(٢٢٢) المذنب الذي ظهر سنة ١٦٨٠ عند نقطة الراس كان بينه وبين الشمس ١٢٠٠٠٠ ميل فقط وذلك $\frac{1}{177}$ من بعد الارض فحسبت حرارتها هناك ٢٨٠٠٠ مرة اكثر من التي تصيب الارض من الشمس اي ٢٠٠٠ مرة اكثر من الحديد المحي لدرجة الحمورة وذاك كاف لتحويل اقصى المواد الى بخار لطيف والبرد العظيم في الابعاد التي تصل اليها يضغطها الى ما كانت عليه اولاً غير ان هذه الاشياء لم تنزل بين الامور المهمة او المجهولة في سنة ١٨٦١ مرت الارض بذنب مذنب ولم تتاثر بما يشعريه



شكل ١٤٠

شكل ١٤٠ يدل على هليجية مذنب ١٨٤٦ ش الشمس ي ن فلك نبتون وش س هليجية المذنب



شكل ١٤١

وشكل ١٤١ دال على فلك مذنب هالي ي فلك الارض وم فلك المشتري وز فلك زحل وو فلك اورانوس ون فلك نبتون

اسماء النجوم المذنب ذوات مدات قصيرة افلاكها معروفة

اسم النجم	مدة سنين	بعد اقرب	بعد ابعد	ظهر
نجم انكي	٢٢٩٦	٢٢٠٠٠٠٠	٢٨٧٠٠٠٠٠	ث ١٨٦٨
" بيالا	٦٢	٨٥٠٠٠٠٠	٥٧٠٠٠٠٠	ايار ١٨٧٢
" فاي	٧١	١٦١٠٠٠٠٠	٥٦٥٠٠٠٠	حزيران ١٨٧٣
" برورسن	٥١	٦٤٠٠٠٠٠	٥٢٧٠٠٠٠	ايار ١٨٦٨
" دارست	٦١	١١١٠٠٠٠٠	٥٤٦٠٠٠٠	ك ١٨٧١
" ونكي	٥١	٧٣٠٠٠٠٠	٥٢٦٠٠٠٠	حزيران ١٨٦٩ و ١٨٧٤
" دي فيكو	٥٤٦	١١٠٠٠٠٠	٤٧٥٠٠٠٠	شباط ١٨٧٢
" مشاين	١٢٦٦			ث ١٨٧١
" هالي	٧٦٧٨	٥٦٠٠٠٠٠	٢٢٠٠٠٠٠٠	يعود ١٩١٠ ربا

في النيازك او الشهب

(٢٢٢) في اكثر الليالي نشاهد ما يشبه شعلة نار مارة بسرعة في الجو وبعض الليالي تكثر جداً وتلك المناظر تُسمى نجومًا ساقطة وشهبًا ونيارك ونارة تكون كبيرة جداً مضيئة تنفزع بصوت مسموع الى بعيد بعد اشتعالها ونارة تسقط الى الارض قطع كبار منها فتد انقسمت تلك الظواهر باعتبار هذه الامور الى ثلاثة اقسام وهي

(١) حجارة جوية (٢) كرات نارية (٣) شهب. ولولا شدة نور الشمس الغالب لظهرت نهاراً كما نظهر ليلاً وقد ذُكرت مشاهدة بعضها نهاراً

(١) حجارة جوية. ذُكر سقوط حجارة الى الارض في اوقات مختلفة من ٦٥٠ ق م الى الوقت الحاضر حتى بلغ عدد تلك الحجارة المعروفة ظروف سقوطها ٢٦٢. ذُكر في تاريخ صيني انه في ١٤ ك سنة ٦١٦ ق م سقط حجر كسر عدة مركبات برية وقتل ١٠ رجال وفي بعض تواريخ الاعصار المتوسطة ذُكر انه في سنة ١٤٤ ب م مرت كرات نارية في الجو وحرقت عدة بيوت وفي ٢٢ اذار سنة ١٨٤٦ نحو الساعة الثالثة بعد الظهر مرت على ضيعة في مقاطعة كارون الاعلى من فرانساً حرمة مشتعلة بصوت عظيم وسقطت على مخزن فخرقته واحترق ايضاً عدة مخازن بقربها وفي صباح

٢١ آب سنة ١٨٧٢ مرت شعلة كبيرة في قسم من بلاد ايطاليا وتفرقع بقرب بوزاليا الى الشمال الشرقي من رومية

وفي ٧ ث سنة ١٤٩٢ سقط حجر وزنه ٢٦٠ ليبرا بقرب انسهم في اعلى نهر الرين بين الساعة ١ والظهر. سمع الناس مثل قصيف رعد ودوي مستطيل فرأى ولد شيئاً سقط في حفل مزروع فحماً فوجدوا الثقب في الارض الذي حدث من سقوطه واخرجوه ووضعوه في الكنيسة وبقي هناك ٢٠٠ سنة الى ان نُقل الى بارنز ثم أُرجع الى محله الاول

وفي ٢٦ نيسان سنة ١٨٠٢ مرت على بلاد نورماندي شعلة نحو ساعة بعد الظهر ثم سُمع تفرقع دام صوته نحو ٦ دقائق وسقط بعد ذلك قطع حجارة كثيرة وجمع منها نحو ٢٠٠ قطعة وزن اكبرها ٨ ١/٤ ليبرات ولا يسعنا المقام ذكر كل ما نقيد من حوادث مثل هذه وصار معروفاً من هذه الحجارة ٤٢١ مختلفة الوزن بين بعض الاواني الى عدة قناطر ولا شك ان الساقطة اكثر ما ذكر كثيراً لان بعضها يسقط في البحر وبعضها في المفازل المنقطعة

(٢٢٤) ولنا تاريخ ٢٠٦ من هذه الحجارة وكان تفرينها على اشهر السنة كما يلي

$$١٧ = \begin{cases} ٢٢ & \text{تموز} \\ ١٦ & \text{آب} \\ ١٧ & \text{ابلول} \\ ١٨ & \text{ث} \\ ٢٠ & \text{ث} \\ ١٢ & \text{ك} \end{cases} \quad ٩٩ = \begin{cases} ١٤ & \text{ك} \\ ١٠ & \text{شباط} \\ ٢٢ & \text{اذار} \\ ١٥ & \text{نيسان} \\ ٢٠ & \text{ايار} \\ ١٨ & \text{حزيران} \end{cases}$$

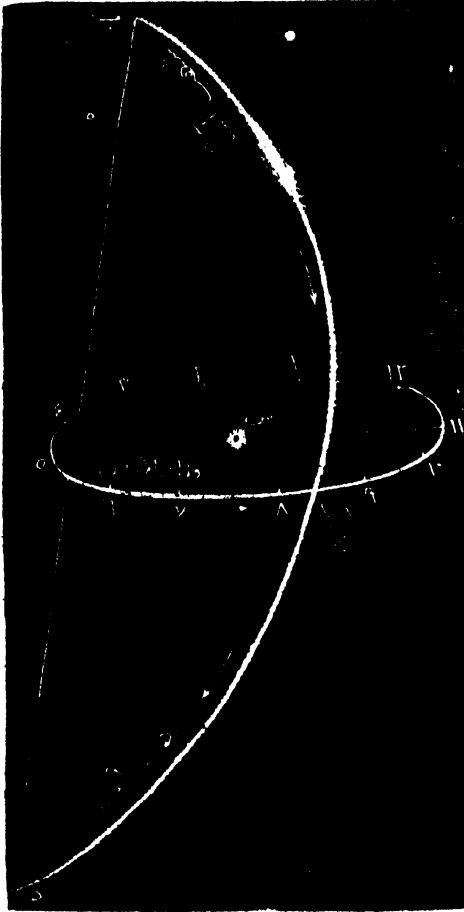
فينضح من هذه التائمة ان المعدل الشهري بين ك الى حزيران = ١٦ وبين تموز و ث = ١٨ ومعظم سقوطها في اذار وايار وتموز و ث وانه بصيب الارض منها من مرورها بين نقطة الذنب الى نقطة الراس اكثر ما يصيبها في مرورها من نقطة الراس الى نقطة الذنب ومن حل هذه الحجارة ظهران فيها من الفلزات

(١) حديد	(٥) نحاس	(١٠) مغنيسيوم	(١٢) سترونتيوم
(٢) ألومنيوم	(٦) كوبلت	(١٠) نكل	(١٤) قصدير
(٣) كلسيوم	(٧) ليثيوم	(١١) يوناسيوم	(١٥) نيتانيوم
(٤) كروميوم	(٨) منغنيس	(١٢) صوديوم	(١٦) رصاص

ومن الشبهات بالفلزات

- | | |
|------------|--------------|
| (١) اكسجين | (٥) كبريت |
| (٢) كربون | (٦) زرنج |
| (٣) فسفور | (٧) كلور |
| (٤) سلسيوم | (٨) هيدروجين |

وثقلها النوعي مختلف بين ١٧٠ و ٧٨ وسرعتها قد تبلغ ١٦٦ ميلاً في الدقيقة وقد بلغ سرعة بعضها ١٠٧ اميال في الثانية وارتفاعها بين ٤٠ ميلاً و ١٠٠ ميل وفيها مركب من الحديد



شكل ١٤٢

والنكل والفسفور سي شريذرسيت لم يوجد في غيرها
(٢) اما الشهب فيرى منها البعض كل ليلة ولكنها تكثر في اوقات ومعظمها نحو الساعة ٦ صباحاً واولاً لها نحو الساعة ٦ مساءً والمعدل نحو نصف الليل وتكثر في بعضها الشهور دون بعض وهي بين تموز وك' اكثر مما هي بين ك' او تموز وفي نصف السنة الاول اكثرها في اذار ونيسان وفي النصف الثاني اكثرها في آب وت' اي بين ٩ و ١١ آب وبين ١٢ و ١٤ ا' وطولها يختلف بين ١٠ اميال و ٤٠٠ ميل ومعدل سرعتها نحو ٣٠ ميلاً كل ثانية فالحجارة المولدة من توقيف شهاب سرعته ٢٠ ميلاً كل ثانية ترفع حرارته ٤٠٠٠٠٠ ف الشهب الظاهرة بين ١ و ١٤ ا' ترسم اقواس دوائر عظيمة وتنفرد بالظاهر من ٧ الاسد والظاهرة بين ٩ و ١١ آب تنفرد من B الزرافة او من

صورة فرساوس

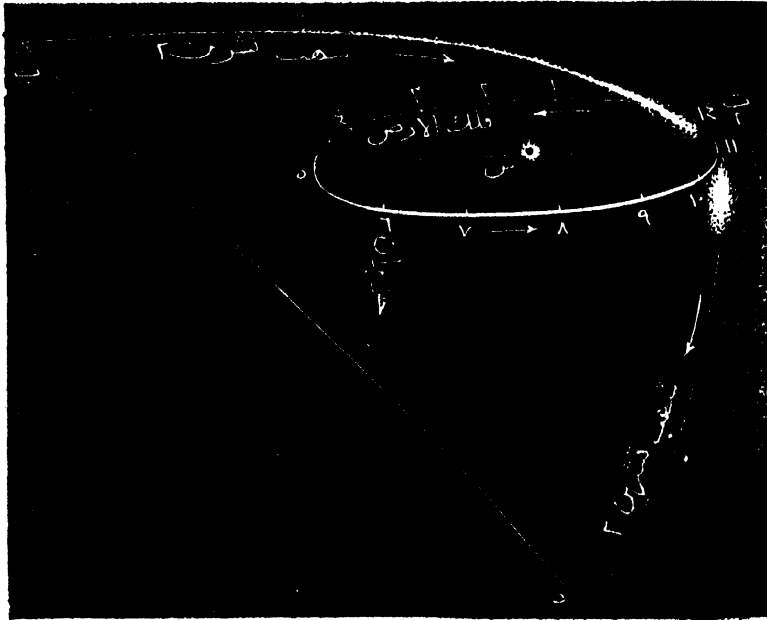
(٢٣٥) يُعَلَّل عن هذه الظواهر بوجود حلقات من مادة عالمية قطعها صغيرة الجرم دائر

حول الشمس مختلفة الميل على دائرة البروج كما يتضح من (شكل ١٤٢)

ليكن ١ ٢ ٣ ٤ ٥ الخ فلك الارض وش الشمس وب قوس حلقة مادة عالمية دائر حول الشمس فنحو ١ آب تقرب الارض الى تلك الحلقة فتجذب الى نفسها بعض تلك القطع

فتسقط نحو الارض وتشتعل في الجو على هيئة شهب او تسقط الى الارض على هيئة حجارة جوية ثم
(شكل ١٤٢)

ليكن ب د حلقة اخرى ولنقرب اليها الارض بقرب ١٤ ت فيحصل عند ذلك مظهر
الشهب المعتاد في ذلك الوقت



شكل ١٤٢

وبما ان هذه الشهب في ت تكثر كل ٢٢ سنة فذاك على ان المادة المشار اليها مدة دوراتها ٢٢
سنة وبما ان العقدة تنفل من الغرب الى الشرق كل سنة ١٠٢ فتتأخر كل سنة عن سنة قليلاً . في
سنة ١٦٩٨ ظهرت في ٩ ت وفي ١٧٩٩ ظهرت ١٢ ت وفي ١٨٦٦ و ١٨٦٧ ظهرت في ١٤ ت
وتكثر سنتين متتابعتين

الراي الارجح الذي يُعلّل به عن هذه الظواهر هو راي شيا پارلي مدير مرصد ميلان سابقاً
والآن مدير مرصد فيورنسا عوضاً عن المئوفي دوناني الشهير وهو بالاختصار كما ياتي
ان السدام مؤلفة من مادة غالية لم تتكاثف نحو المركز بعد حتى يتكون جرم سماوي حقيقي بل
جواهرها لطيفة متفرقة وبزعم ان لتلك السدام حركة في الكون كما لشمسنا فقد يتفق ان بعضها تقع
داخل حدود جاذبية شمسنا وهي تفعل في القسم المتقدم من السديم أكثر مما تفعل في المؤخر فإدام
السديم على بعد شاسع يبتدئ بخدر هيئة الكروية فينتاول الى ان يصير اصطوانة طويلة مقدما
اي الاقرب منها الى الشمس أكثر مما ورائه فيترأس المتقدم ويبقى المؤخر منفرداً وكل ما قرب الى
الشمس يتم هذا التحويل أكثر حتى يتنور الجزء المتقدم الاكثف بنور الشمس فيصير نواة والقسم التابع

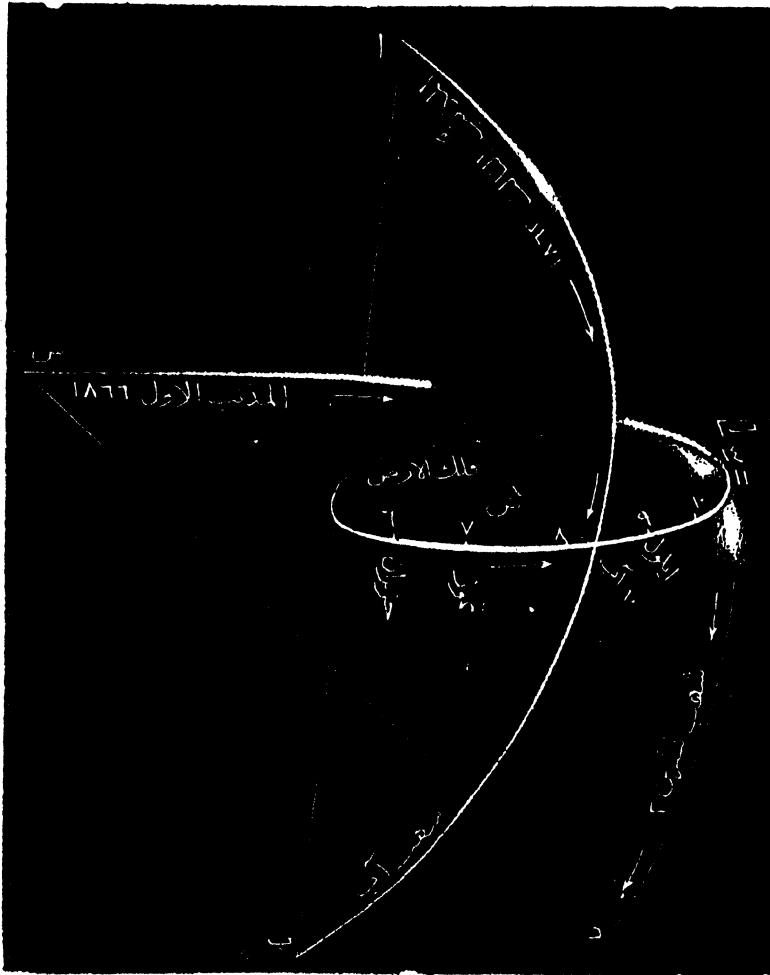
من الجهة المتقابلة جهة الشمس هو الذنب ويبقى مغنياً بسبب حركة السديم كله فيتكون من السديم الكروي نجم مذنب يبقى داخل حدود النظام الشمسي او يتوه في فسحة الكون الى حيث لا يدري وفلكه يتوقف على سرعة حركته الاولى وبعد عن الشمس وجهة حركته فقد يكون شليجياً او هليجياً او هذلولياً فان كان هليجياً يبقى في النظام الشمسي ويدور حول الشمس في اوقات معينة وان كان شليجياً او هذلولياً فيظهر داخل حدود النظام الشمسي مرة ثم يذهب ولا يعود وبناء على ما تقدم يظهر ان افلاك النجوم المذنبه ممكن ان تميل على دائرة البروج اي ميل كان بين صفرو ٩٠ وان تكون حركاتها مستقيمة او مدبرة

وقد اوضح شيابارلي ايضا ان هذا التغير في السديم لا ينتهي بقويته الى نجم مذنب بل كل جوهر منه له حركة مستقلة فلا بد ان الراس او النواة اي الاقرب منه الى الشمس يكمل دورانه حولها قبل جواهر الذنب البعيدة فيتناول اكثر فاكثرا الى ان يصير حلقة تامة وعند ذلك تدور حول الشمس تلك الحلقة العريضة المولفة من مادة عالمية وعند اقتراب الارض اليها تجذب من تلك المادة اليها فيحصل هطل نيازك او شهب فان كان فلك النجم هليجياً تتكون حلقة هليجية على قدر الفلك الاصلي وقد اوضح شيابارلي موافقة تامة بين نيازك آب وفلك المذنب الثالث لسنة ١٨٦٢ وموافقة نيازك ت^١ بالمذنب الذي ظهر سنة ١٨٦٦ اي هذان المذنبان هما بقايا الحلقة النيزكية التي منها الشهب في الشهرين المذكورين

مذنب ١٨٦٦	نيازك ت ^١	مدة
١٨ ٢٣ سنة	٢٥ ٢٣ سنة	
١٠ ٢٢٤٨	١٠ ٢٤٠٢	نصف القطر الاعظم
٠ ٩٠٥٤	٠ ٩٠٤٧	مباينة
٠ ٩٧٦٥	٠ ٩٨٥٥	بعد نقطة الراس
١٨ ١٧	٤٦ ١٦	ميل
٢٦ ٥١	٢٨ ٥١	طول العقدة
٢٨ ٦٠	١٩ ٥٨	طول نقطة الراس
مدبرة	مدبرة	جهة الحركة

فتستخرج ان مذنب ١٨٦٦ هو واحد من نيازك ت^١ وهكذا يتضح ان المذنب الثالث لسنة ١٨٦٢ انما هو واحد من نيازك اب

نيزك آب	مذنب ١٨٦٦ الثالث	
طول نقطة الرأس	٢٨° ٢٤٣	٤١° ٢٤٤
" العقدة	١٦° ١٢٨	٢٧° ١٢٧
ميل	٦٤°	٢٦° ٦٦
بعد نقطة الرأس	٩٦٤٣	٩٦٢٦
مدة		١٢١٥ سنة
جهة الحركة	مدبرة	مدبرة



شكل ١٤٤

قطر هذه الحلقة نحو ١٠٩٤٨٠٠٠٠٠. ومطل النيازك في آب يدوم نحو ست ساعات وحركة الارض ١٨ ميلاً كل ثانية فيكون غطها عند معبر الارض فيها ٤٠٤٣٥٢٠ ميلاً لنفرض س د (شكل ١٤٤) قطعة حلقة مذنب ١٨٦٦ تمر بها الارض بقرب ٤ ات و اب

الجزء الثالث

في النجوم الثوابت والعناقيد والسدام

الفصل الاول

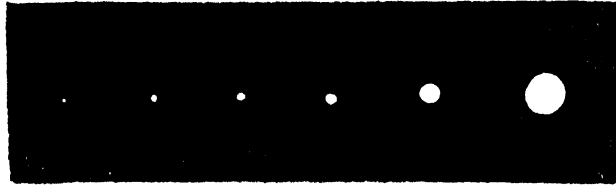
في النجوم الثوابت

(٢٢٧) ان الاجرام المتقدم ذكرها هي مخصصة بالنظام الشمسي وبعد جواز ابعاد السيارات نبقى مسافة لا تُدرَك قبل الوصول الى اقرب النجوم وكل نجم نراه في قبة السماء في ليل صافٍ هو شمس نورها ذاتي يضيء على عوالم ونظامات كما تضيء شمسنا على العوالم في نظامها وتلك الداراري تمتاز بالنظر المجرد عن السيارات بشكل نورها لان نور السيارات ثابت اما الداراري فدَرَهَرَةٌ كأنها نقدح شرارات وتلك النجوم لها حركات في ساحة الكون غير انه على بعدها الشاسع لا تظهر الا على مضي قرون فتبقى على نسبة بعضها الى بعضها وضعاً ولذلك سُميت ثوابت تمييزاً بينها وبين السيارات

وتلك النجوم وان لم تكن لها حركة ذاتية تظهر متحركة قليلاً بسبب مبادرة الاعتدالين كما تقدم ذكره (١٨٢) بها يدور قطب خط الاستواء حول قطب دائرة البروج ونجم القطب الذي هو عن القطب الآن نحو ١° يقرب اليه اكثر حتى يصير بينهما ١° ثم يبعد عنه ومنذ ٤٠٠٠ سنة كان النير الثاني من صورة الثنين نجم القطب وبعد ١٢٠٠٠ سنة يكون النسر الواقع نجم القطب اي يكون بينه وبين القطب ٥° فقط وبينها الآن ٢٠° ٥١' والظاهر ان اهرام الجيزة بنيت لما كان ٧ الثنين نجم القطب لان الدهليز عند المدخل يحد على زاوية بين ٢٦° و ٢٧° وبوازي الهاجرة فلو وقف ناظر في اسفل الدهليز ونظر الى السماء لوقع بصره ٢٧° او ٢٦° فوق الافق وذلك يوافق ارتفاع ٧ الثنين عند تكبير الاسفل في ذلك الوقت اي ٢١٢٢ ق م

(٢٢٨) بعض النجوم انور من البعض وقد انقسمت باعتبار نورها الى اقدار فانورها هي القدر الاول وما دونها قليلاً فمن القدر الثاني وما دون ذلك فمن القدر الثالث وهم جراً الى ان ثلاثي

من ضعف نورها ولا يُرى بالنظر المجرد ما دون القدر السادس وبواسطة النظارات القوية يُرى ما على القدر العشرين ولو نفوت الآلات لمعونة البصر لظهر ما دون ذلك. اما النجوم الظاهرة للنظر المجرد فنحو ٦٠٠٠ أي



شكل ١٤٥ النور النسبي لاقدر النجوم الستة الاول

من القدر الأول ٢٠	من القدر الرابع ٣٠٠
" " الثاني ٤٠	" " الخامس ٩٥٠
" " الثالث ١٤٠	" " السادس ٤٤٥٠

اسماء النجوم من القدر الأول

(١) الشعرى اليمانية	(١١) الظليم او اخر النهر
(٢) η السفينة	(١٢) الدبران
(٣) سهيل	(١٣) β قنطوروس
(٤) α قنطوروس	(١٤) α الصليب
(٥) السماك الراح	(١٥) قلب العقرب
(٦) رجل الجبار	(١٦) النسر الطائر
(٧) العميق	(١٧) السماك الاعزل
(٨) النسر الواقع	(١٨) فم الحوت
(٩) الشعرى الثمانية	(١٩) β الصليب
(١٠) ابط الجوزاء	(٢٠) β الثوأمين اي بلوكس

اما الظاهرة للنظر المستعين بآلات البصر فلا تُعد ولا تُحصى وفي بعض اقسام المجرى يُرى بواسطة نظارة متوسطة القوة ربوات من النجوم في بقعة على قدر البدر. على قول اركلاندر مدير مرصد بون يُرى من القدر السابع نحو ١٢٠٠٠ ومن القدر الثامن ٤٠٠٠٠ ومن القدر التاسع ١٤٢٠٠٠ والتي تُرى بواسطة نظارة هرشل الكبيرة ٢٠٠٠٠٠٠٠

اما نور النجوم النسبي فعلى قياس سريوحنا هرشل اذا حُسب نور نجم من القدر السادس واحدا فنور بقية الاقمار على ما يأتي

القدر السادس = ١ القدر الثالث = ١٢

القدر الثالث = ١٢

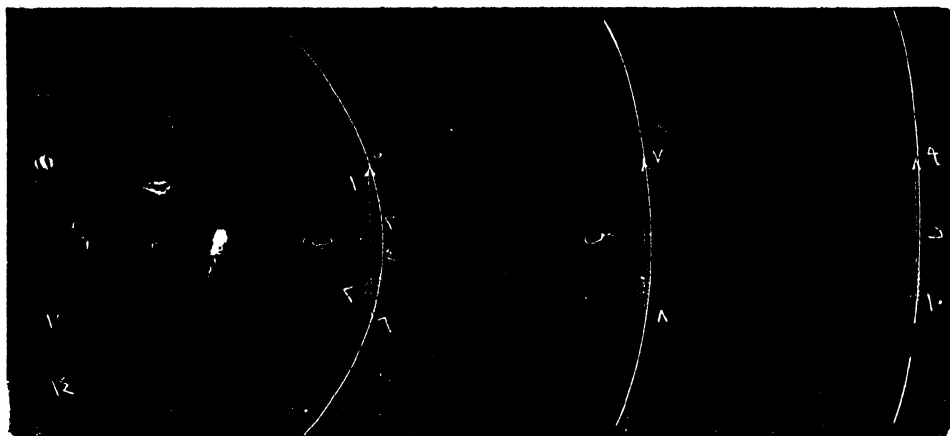
٢ = "الخامس"

٢٥ = الثاني

الرابع = ٦

١٠٠ = الأول "

(٢٣٩) كل سيار يرى له بواسطة نظارة قوية قرص اما الثوابت فلا يرى لها قرص، فهما
نفوت النظارات وذلك لان زاوية البصر تتلاشى قبل الانتهاء الى النجم بمسافة بعيدة ولا يرى قرص
الا اذا كانت زاوية البصر على قدر قابل القياس فلا يبقى غير نقطة نيرة وملاشاة النور متوقف على
شدته فشدته نور الثوابت كافية للوصول اليها من مسافات تتلاشى بها زاوية البصر وربما يتضح هذا
المعنى من شكل ١٤٦



شکر ۱۴۶

ليكن ٦٥ جسمًا على بعد ا ب فاذا نُقِلَ الى س يصير جرمه الظاهر ٢ واذا نُقِلَ الى د يصير جرمه الظاهر ٢ ٤ وهكذا حتى ينلاشي جرمه الظاهر وتبقى نقطة نيرة فقط وفضلاً عن ذلك كثير من الشعاع التي دخلت العين والشج عند ب تمر خارجها متى نُقِلَ الى س مثل ٧ ١٢ و ٨ ١٢ واكثر اذا نُقِلَ الى د مثل ٩ ١٤ و ١٠ ١١ و ١١ ٩ فكل الشعاع بين ١٠ ١١ و ١١ ٩ تمر خارج العين فلا تبين على رؤية الشج فلا ينبغي الينا الاشعاع متوازية ولا تصوره النظارة صورة في محترقها فبرى بشدة نوره ولا بزوايه شعاعه

(۲۴۰) قد حسب سر یوحنا هرشل ان نور الشعرے الیانیة انور الثوابت = ۲۲۴ مثل

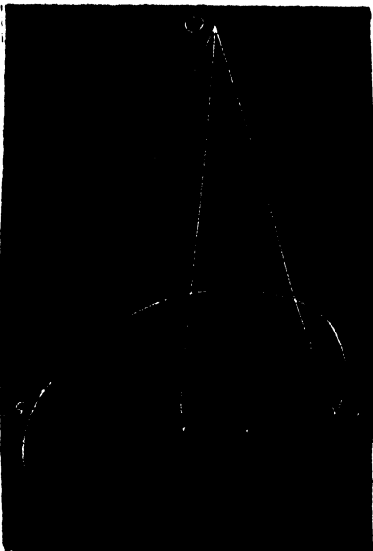
نور نجم من القدر السادس وقد وجد الدكتور ولستون بالامتحان ان نور الشمس ٣٠٠٠٠٠٠٠٠٠

مثل نور الشعري البانية فلكي نصبر شمسنا على قدر الشعري البانية بقتضي ان تبعد عنا

..... ١٢٤٣٣٠٠٠ ميل وقد تحقق ان الشعري ابعد من ذلك كثيراً كما ستعلم فلو بعدت

شمسنا عنا الى بعد الشعرى لظهرت على هيئة نجم دون القدر المئنة

(٢٤١) ان الاختلاف بين النجوم نوراً نأخ اما عن اختلافها بعداً اذا كانت على قدر واحد واما من العلين معاً . اذا فرضنا المفروض الثاني وان نور نجم على قدر مفروض هو نصف نور نجم من القدر الأكبر الذي يليه يكون نجم من القدر السادس عشر على ٢٦٢ مثل بعد نجم من القدر الأول واذا قد ظهر ان نجماً من القدر الأول بعدل ٩٨٦٠٠٠ مثل نصف قطر فلك الارض السنوي يكون بعد نجم من القدر السادس عشر ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٢٩٢ ٦٣٤ ٢٢ ميل اي النور على سرعة ١٨٤٠٠٠ ميل كل ثانية يقتضي له ٥٦٢٠ سنة لكي ينتهي اليها من نجم على القدر السادس عشر (٢٤٢) اختلاف نجم السنوي هو الزاوية عند النجم التي يقابلها قطر فلك الارض وهي اصغر من ان تقاس اي كل فلك الارض عند اقرب الثوابت نقطة فقط . واذا كان لنجم اختلاف سنوي يُشعر به فحركة النجم بسبب ذلك الاختلاف لتوقف على موقعه فان كان موقعه في سطح دائرة البروج يتحرك على خط مستقيم متقدماً ومدبراً مرة كل سنة ويظهر ثابتاً في فصلين متقابلين من السنة اية عند ما يتوجه الارض اليه وعند ذهابها عنه واذا رُسم فلك الارض قطرياً بين النقطتين المشار اليهما اي نقطتي وقوف النجم برسم النجم خطاً يوازيه وحركته عكس حركة الارض وان كان موقع النجم قطب دائرة البروج وظهر له اختلاف سنوي يُشعر به كانت حركته في فلك يوازي فلك الارض وبشبهه اي يسوغ ان يُحسب دائرة مركزها موقع النجم منظوراً اليه من الشمس ويكون موقع النجم الظاهر وموقع الارض الحقيقي متقابلين واذا كان موقعه بين سطح دائرة البروج وقطبها يتحرك في هليلجي نسبة قطرها الى منصفه متوقفة على عرض النجم



شكل ١٤٧

(٢٤٣) لنفرض ي ي (شكل ١٤٧) قطر فلك الارض ون نجماً فالزاوية ي ن ي هي مضاعف الاختلاف السنوي ي ن ش و ٢٦٠ = ١٢٩٦٠٠٠ ونسبة ٢٠٦٣٦٥ : ١٢٩٦٠٠٠ :: ١ : ٢٠٦٣٦٥ = ١ : ٢٠٦٣٦٥ في ثواني وان فرضنا ر = ١ قطر فلك الارض ود بعد النجم وخ الاختلاف فلنا

$$د = ر \times \frac{٢٠٦٣٦٥}{خ} \quad (٥٩)$$

فان كان خ ١ يكون بعد النجم ٢٠٦٣٦٥ مرة بعد الشمس عن الارض ولم يتغير لنجم اختلاف ١ فلا يمكن ان يكون بين الارض واقرب الثوابت اقل من ٢٠٦٣٦٥ مرة بعد الشمس اي

$$18 \ 808 \ 800 \ \dots \dots = 9142000 \times 2.7270 = 250000000$$

اقسم على ١٨٤٠٠٠ اي سرعة النور كل ثانية يخرج في ثواني مدة مرور النور الى الارض من نجم اخلافة "ا" ١١٢ سنين او ٢ سنين و ٤٠ يوماً

وإذا فرضنا المسافة التي يقطعها النور في سنة واحدة أي $d =$ لنا

$$(7.) \quad \frac{52112}{7} = 7444$$

وعلى افتراض الاختلاف ٠١ " يقتضي النور ١٢ ٢١ سنة لكي يصل من النجم الى الارض

(٣٤٤) قد اعنى علماء الهيئة باستعلام اختلاف سنوي الثوابت كل الاعضاء واول من

فلما افترق نجم عن نجم بحيث يقتضي ١٠٠٠٠٠٠ سنة لكي يكمل دورة واحدة لكُشِفَتْ تلك الحركة في نصف سنة

فاخترع بسل آلة سماها هيليو مندر وأكملها عملاً فراوهموفر من مونغ واخذ برصد نجماً مزدوجاً
معروفاً تحت اسم ٦١ الدجاجة وقاس كل ليلة من وسط خط موصل بين النجمين الى نجمين صغيرين
بالقرب وذلك من اواسط آب سنة ١٨٢٧ الى اواخر ايلول سنة ١٨٢٨ ثم اطلع رصد السنة لكل
خطاء ممكن ان يحصل فيها ووجد اخلافاً صغيراً جداً فلم يرض ان يشهر ما كشفه بل رصد سنة
اخرى فخرج الاختلاف كالاول ثم رصد سنة ثالثة وخرج كالاول فتمتقق صحة العمل واعلن فيلسوف
كونجسبرج للعالم انه قد اسبر غور المسافة بيننا وبين اقرب الثوابت وكان اختلاف النجم المشار اليه
اي ٦١ الدجاجة ٠.٢٤٨ بالتعويض في معادلة (٦٠) لنا

$$د = \frac{22112}{.5347} = 41352 \text{ تقریباً}$$

غیرانہ قد تحقق لهذا النجم اختلاف اعظم قليلاً ما وجدہ بسبب کما ستقف علیہ

(٢٤٥) قد استخدم علماء الهيئة طريقتين لاستعلام اختلاف الثوابت السنوي

(١) يناس صعودها المستقيم وميلها بالتدقيق الكلي كل يوم وهي على الهاجرة ويصلح كل رصد للانكسار والكبو والانحراف والحركة الحقيقية وذلك على مدار سنة فيعلم معظم البعد بين مواقع في سنة وذلك مضاعف الاختلاف السنوي

(٢) طريقة بَسْلُ المشار اليوانفاي بخمارنجان احدهما بقرب الآخر الواحد له حركة خصوصية والآخر ليست له حركة خصوصية ويقاس البعد بينهما بالهيليومتر او الكرومتر فيوضع مواضع الخط الموصل بين مركزيهما مدة السنة وبعد الاصلاح للحركة الخصوصية يرسم ما تقدم فلك

٢٨٥٤' ١٠:٣* ونور الشعري الجانبية اربعة اضعاف نور α قنطوروس واختلافها ١٥٠". فيكون نور الشعري ١٢٧' ١٢ مرة نور شمسا⁺ فلو بعدت الشمس الى بعد اقرب السيارات لكان قطرها $\frac{1}{13}$ فقط ونورها $\frac{1}{138}$ من نور الشعري الآن (٢٤٧) لاجل تسهيل تعيّن مواقع النجوم قد انقسمت الى صور قصور الابراج قد مضى ذكرها (صفحة ٤) وهي

المحمل	الثور	المجوزاء او الثوأمين	السرطان	الاسد	السنبلة
الميزان	العقرب	الرامي	الجدي	الدلي	المحوتين
الدب الاكبر	ماسك الاعنة	الدجاجة	الثعلب	النسر الطائر والعقاب	انتيونوس
الدب الاصغر	الاسد الاصغر	السلاقيان	شعر برنيشي	العواء	ذات الكرسي
التنين	الزرافة	المرأة المسلسلة	الفرس	قطعة الفرس	المثلثان
قيفاوس	الملك	الملك	الملك	الملك	الملك

اما الصور الى جنوبي صور الابراج فهي

قيطوس	الذئب	الصليب	الغراب
الجبار	وحيد القرن	السفينة	النهر
الارنب	الكلب الاكبر	الحية او الشجاع	المحوت الجنوبي
قنطوروس	الكلب الاصغر	الكاس	الحجرة
			الأكليل الجنوبي

* حاشية. هو ٢٢٤٠٠٠ مرة بعد الشمس و (٢٤٤٠٠٠) = ١٧٦ ٠٠٠ ٠٠٠ ٥٠ ومدة

الكلية منسوبة الى ٢١ ٩٥٥ ٠٠٠ ٠٠٠ = ٢٢٨٥٤

+ ٢١ ٩٥٥ ٠٠٠ ٠٠٠ = (٤) ١٢٧٢ ١٨٧٥٠٠ وهو عنا ١٢٧٥٠٠٠ مرة بعد

الشمس و (١٢٧٥٠٠٠) = ١٨٩٠ ٦٢٥ ٠٠٠ ٠٠٠ = ١٢٧٢ ١٨٧٥٠٠ + ١٢٧ ٧

(٢٤٨) نجوم صورة تتعين بالاحرف الالهية اليونانية اي الانور α وما دونه β والثالث γ وهلم جرا وان لم تكف هذه الاحرف لعدد النجوم في صورة نستقدم الاحرف الرومانية وان لم تكف ايضا فالاعداد الطبيعية وقد اصطنعت قوائم كثيرة للنجوم الثوابت بتعين بها صعودها المستقيم وميلها ومن اقدم تلك القوائم قائمة هيرخوس فيها ١٠٢٢ من انور النجوم وقائمة بطليموس وقائمة نصير الدين الطوسي سنة ٦٦٠ للهجرة توافق ١٢٦١ مسيحية في عصر الخليفة المستعصم ساء الزنج الحثاني وقائمة ألغ بيك حفيد تيمور صنج في سمرقند سنة ٨٥٢ للهجرة توافق ١٤٤٩ مسيحية وقائمة عبد الرحمن الصوفي وفي هذه القوائم ذكر عرض النجوم وطولها اما قائمة محمد التيزيني موقت الجامع الاموي في دمشق الشام المصطنعة في ٩٤٠ للهجرة الموافق ١٥٢٢ مسيحية ففيها مطالع النجوم وميلها والمطالع محسوبة من اول الجدي ومن القوائم الحديثة المعتمدة عليها قوائم كريستوبل وقائمة الجمعية البريطانية وقوائم أخرى كثيرة كما سيأتي في محله في القسم الثاني من هذا المؤلف اي العملي ان شاء الله اما كيفية معرفة الصور ونجومها فراجع فيه كتابي في تخطيط السماء لان هذا المقام لا يسع ذكر كل ما يلزم لذلك

وعدد النجوم في الصور يختلف حسب قوة البصر والنظارة

فقد عد	بطليموس	تيخوبراي	هقل	فلمسند	بود
في الحمل	١٨	٢١	٢٧	٦٦	١٤٨
الدب الأكبر	٢٥	٥٦	٧٢	٨٧	٢٢٨
العواء	٢٢	٢٨	٥٢	٥٤	٢١٩
الأسد	٢٥	٤٠	٥٠	٩٥	٢٢٧
السنبلة	٢٢	٢٩	٥٠	١١٠	٤١١
الثور	٤٤	٤٢	٥١	١٤١	٢٩٤
الجبار	٢٨	٦٢	٦٢	٧٨	٢٠٤

وقد عدّ في معين الجبار فقط أكثر من ٢٠٠٠ نجم

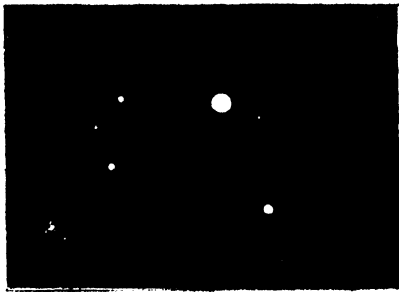
ان درس الصور يستلزم وجود كرة سماوية جيدة او اطلس النجوم او مرشد برشد المبتدئ الى معرفة الصور شفاهما ولا غنى عن ذلك لمن يرغب التقدم في هذا الفن

الفصل الثاني

في النجوم المزدوجة والمتعددة

(٢٤٩) للنظر المجرد كل النجوم مفردة وبواسطة آلات معونة البصر يرى كثيراً منها مزدوجة او متعددة ولما شرع سروليم هرشل بالتفتيش على نجوم مزدوجة بواسطة نظائره الكبيرة سنة ١٧٨٠ عُرِفَ منها اربعة فقط ولكنه بمدة وجيزة كشف عن ٥٠٠ نجم مزدوج وقيد موافعها وبعد زمانه كشف سر يوحنا هرشل وستروف عن نجوم كثيرة من هذا النوع فبلغ عدد المعروفة منها نحو ٦٠٠٠ نجم بعضها ظاهرة للنظارات الاعيادية والبعض لا يرى مزدوجاً الا بواسطة اقوى النظارات وفي المضافات الى آخر هذا الكتاب قائمة بعض النجوم من هذا النوع

(٢٥٠) اذا وقع نجمان على استقامة واحدة اي على خط واحد تقريباً يظهران للنظر نجماً واحداً مزدوجاً مع وجود مسافة طويلة بينها وبدون تعلق بينهما مطلقاً وذلك النجم ليس بمزدوج حقيقي بل سُمِّيَ مزدوجاً بصرياً واذا كان بين النجمين تعلق بحيث يتحرك الواحد حول الآخر فهو نجم مزدوج حقيقي وقد كشف هرشل في سنة ٢٥ سنة عن ٥٠ نجماً من هذا النوع ومنذ ابامو زاد عدد المعروفة منها حتى بلغ الآن الى ما ينيف على ٦٠٠ نجم مزدوج حقيقي والذي من هذا النوع سُمِّيَ ثنائياً تمييزاً بينه وبين المزدوج البصري



شكل ١٤٩ ٩ الجبار



شكل ١٤٨ ١ و ٢ الشلياق والثلاثة الضعف

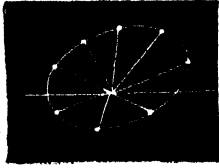


شكل ١٥٠ ١ السرطان ١١ وحيد القرن ٨ الجواء ٢٩ التنين ٧ الاسد كنطور

(٢٥١) من هذه النجوم الثنائية α التوأمين γ كستور و γ الاسد و β التنين (شكل ١٥٠) و δ الحواء ويرصد نجم من هذه النجوم على مئة وقياس البعد بين نجميه وزاوية الوضع بينهما يتعين لها فلك كما في شكل ١٥١ ونحسب مدتها ومثال ذلك ايضاً شكل ١٥٢

اي موضع نجمي γ السنبله من سنة ١٨٢٧ الى سنة ١٨٦٠

مكة كستور ٢٥٢ سنة ومكة γ الاسد ١٢٠٠ سنة ومكة γ السنبله ١٨٢١ سنة



شكل ١٥١

انظر قائمة النجوم الثنائية في المضافات

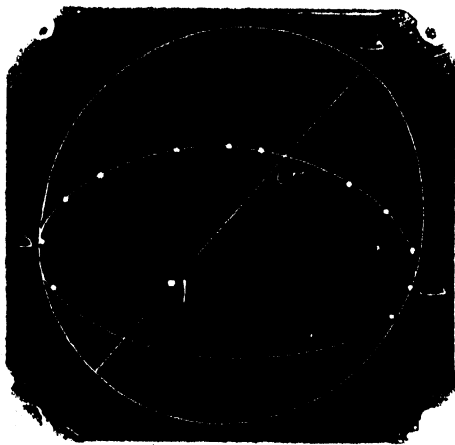
١٨٢٧	١٨٢٨	١٨٢٩	١٨٣٠	١٨٤٥	١٨٥٠	١٨٦٠	فلك
------	------	------	------	------	------	------	-----

شكل ١٥٢ γ السنبله

(٢٥٢) بناء على الزاوية بين النجمين قد قسم ستروف النجوم المزدوجة والثنائية الى ثمانية رتب

١	بينها اقل من ١"	٥	بينها زاوية بين ٨" و ١٢"
٢	" زاوية بين ١" و ٢"	٦	" " " ١٢ و ١٦"
٣	" " " ٢ و ٤"	٧	" " " ١٦ و ٢٤"
٤	" " " ٤ و ٨"	٨	" " " ٢٤ و ٢٢"

قد لا يكون فلك النجم عمودياً على خط النظر فان كان مائلاً عليه يكون ملفاً في قبة السماء هليجياً وتكون المباينة الظاهرة خلاف المباينة الحقيقية ويظهر النجم المركزي انه ليس في المحرق غير ان



شكل ١٥٣

الفلك الحقيقي يستعمل من النظري بواسطة وضع النجم المركزي فلو كان سطح فلك نجم ثنائي عمودياً على خط النظر لتحرك النجم الواحد على خط مستقيم ماراً على الآخر

ليكن الهيليبي ب س د (شكل ١٥٣) فلك α الدب الاكبر الظاهر والنجم المركزي عند ا فالفلك الحقيقي الذي ا محترقه هو ب د ف

وفلك α فنطوروس مطاول اكثر من ذلك

(شكل ١٥٤) لانه مائل اكثر على خط البصر وقد تقدمت (شكل ١٥٢) هيئة فلك γ السنبله

وفلكة الخفيفي مطاول أكثر من ذلك

اقصر مدات النجوم الثنائية مدة ٢ الجائي أي ٢٦٢ سنة ومدة α قنطوروس محسوبة ٢٥٢

سنة غير أنه لم يكمل دورة واحدة منذ اكتشافه

(٢٥٢) مساحة افلاك النجوم الثنائية

نُعرف إذا عُرِف اختلافها وبعدها وقد تقدم

ذلك من جهة α قنطوروس و ٦١ الدجاجة

فيستعلم معدّل القطر الحامل من طول قطر

الهابلي الاطول وهو في α قنطوروس ٢٠

وبعد عن الارض كما تقدم

$$= 224 \dots \times 91420 \dots$$

$$= 20480 \dots 220 \dots$$

شكل ١٥٤

و ١٥ ق ج ١٥ :: ٢٠٤٨٠ ٢٢٠ :: ١٤٨٩٤٠٠ ميل

أي ١٧ من بعد الشمس عن الارض

(٢٥٤) استعمال مادة النجوم الثنائية . اذا عُرِفَت مداتها والمسافة بين نجميها تحسب مادة

النجم المركزي

$$m \propto \frac{r^3}{d^3} \text{ (ع ٢١٦)}$$

فلنا في α قنطوروس على افتراض بعد الشمس عن الارض واحداً ومدة الارض واحداً

$$m = \frac{r^{17}}{r^{10}} = 87$$

أي مادة نجم واحد من نجمي α قنطوروس هو نحو $\frac{1}{10}$ مادة الشمس

(٢٥٥) من النجوم المزدوجة ازدواجاً بصرياً

قدر	بينهما
١١	٤٣"
١٢	١٠٨
١٠	١٥٢
١٢	٢٠٨

النسر الواقع

الدبران

النسر الطائر

β الثوأمين أي بلوكس

(٢٥٦) في كثير من النجوم الثنائية والمزدوجة يختلف لون النجم الواحد عن لون الآخر وكثيراً

ما يكون لون الواحد منهما متم لون الآخر فغالباً يكون أكبرهما احمر او برتقالي اللون والاصغر ازرق

او اخضر وبعض النجوم المفردة لونها احمر او اصفر فاتح اما نجوم مفردة على اللون الازرق او الاخضر فنادرة جداً ومنها β الميزان

وهناك قائمة بعض النجوم المزدوجة والثنائية المختلفة الالوان

اسم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	قدر	لون A	لون B
n ذات الكرسي	١٥ ٤١	$7^{\circ} 8' 57'' +$	$4 \frac{1}{2} 7$	اصفر	بنفسجي
α المحوتين	١٨ ٥٥	$2^{\circ} 1' 8'' +$	٥ ٦	اخضر فاتح	ازرق
γ المرأة المسلسلة	٥٥ ٥٥	$41^{\circ} 42' 42'' +$	$2 \frac{1}{2} 5 \frac{1}{2}$	پرطفالي	اخضر بحري
ϵ السرطان	٤٩ ٢٨	$29^{\circ} 14' 0'' +$	$8 \frac{1}{2} 5$	پرطفالي	ازرق
ϵ العقراء	١٨ ٢٩	$27^{\circ} 42' 27'' +$	٢ ٧	پرطفالي باهت	اخضر بحري
ζ الاكيل	٢٩ ٢٤	$27^{\circ} 6' 27'' +$	٥ ٦	ايض	بنفسجي
α الجاثي	٤٢ ٨	$14^{\circ} 22' 22'' +$	$2 \frac{1}{2} 5 \frac{1}{2}$	پرطفالي	اخضر زمردى
β الدجاجة	٢٨ ٢٥	$27^{\circ} 41' 27'' +$	٢ ٧	اصفر	ازرق صفري
σ ذات الكرسي	٢٦ ٥٢	$1^{\circ} 8' 55'' +$	٨ ٦	مخضر	ازرق فاتح

وقد نتحقق ان الوان بعض النجوم قد تغير في مضي الادوار. حكى بطليموس و سنيكا ان الشعري اليمانية في عصرها كان على اللون الاحمر او بالاقل محمر قال سنيكا انها اشد حمرة من المريخ وشبهها بطليموس بقلب العقرب لوناً وهي الآن شديدة البياض مع لمحات زرق وحكى سروليم هرشل عن γ الاسد و γ دلفينوس انهما على اللون الالبيض في عصرهما الآن فالنجم الاكبر من كلا الزوجين اصفر والذي كان اصفر من كلا الزوجين صار اخضر

(٢٥٧) نجوم متعددة. ان بعض النجوم المفردة للنظر المجرد والمزدوجة للنظارات الاعيادية ترى بواسطة النظارات القوية ثلاثية ومنها رباعية ومنها سداسية ومنها سباعية فاكثرمثال الثلاثة ذات الكرسي و α اوحيد القرن و α اللينكس و ϵ السرطان ومن المسدسة ϵ الجبار (شكل ١٤٩) ومن السباعية ϵ الشلياق (شكل ١٤٨) و $47^{\circ} 46'$ في ص م $1^{\circ} 5' 0''$ وميل شمالي $58^{\circ} 50'$ مؤلف من عشرة نجوم فصاعداً من القدر الثاني عشر والثالث عشر بقرب واحد من القدر الثامن (انظر القائمة في المضافات)

الفصل الثالث

في النجوم المتغيرة والموقته وحركة النجوم الخصوصية

(٢٥٨) ان بعض النجوم يزيد نورها تارةً ويقل اخرى فسميت نجومًا متغيرة وقد انكشف عن أكثر من مئة نجم من هذا النوع ولعل عددها الحقيقي أكثر من ذلك كثيرًا

النجم المتغير الذي عرف أول الكل هو ه فيطوس ولقب العجيب في ص م ٢٣٠١ وميل - ٢٤٠٢ يقلب بين اشد نوره والاختفاء التام نحو ١٢ مرة في ١١ سنة اي بين القدر الثاني والاختفاء في ٢٢١ يومًا ١٦.٤٠٨ ويبنى على اشد نوره نحو ١٤ يومًا ويتناقص مدة ٢ اشهر حتى يخفي عن النظر ويبقى غائبًا مدة ٥ اشهر ثم يعود الى ما كان عليه في نحو ٢ اشهر ومعظم نوره ليس على درجة واحدة ولا يثبت على مدة واحدة بالتام ومعدله ٢٢١ يومًا ٨ ونقص هذه المدة ونطول بالتعاقب ٢٥ يومًا كل ٨٨ سنة. كان على معظوه في ه ث سنة ١٨٢٩ وكان نوره حينئذ مثل نور ه فيطوس او ب ماسك الاعنة وحسب رصد شمدت كان على معظوه ٢٥ ايار سنة ١٨٧٢

ومن النجوم المتغيرة ب فرساوس اي الغول وهو في الغالب من القدر الثاني ص م ٣٠٠ وميل + ٢٧° ٤٠' ويقل نوره حتى يصير من القدر الرابع في ٢ ١/٢ ساعات ويبقى على ذلك نحو ٢٠ ث ثم في ٢ ١/٢ يعود الى القدر الثاني ويبقى على ذلك ٢ ١/٢ ث ثم يخف نوره ايضا على النسق المذكور فتكون كل مدته ٢ ٠ ٢٠ ٤٨ ٥٥ ث على ان هذه المدة تقصر زمانًا ثم تزيد ايضا

ومنها ايضا ه فيفاوس وهو نجم مزدوج وربما ثنائي في ص م ٢٤ ٢٢ وميل + ٥٧° ٤٥' الواحد على قدر ٤ والآخر على قدر ٧ وبينهما ٤١" لون الواحد اصفر ولون الآخر ازرق سماوي يتغير الاول اي الذي على قدر ٤ حتى يصير ٢ في ٥ ايام ٨ ٣٠ وبين معظوه ومصغره ٢ ايام ١٩ وبين مصغره ومعظوه ١٢ ١٢ وبزعم شمدت بتغير عدة من نجوم فيفاوس ومنها ب الشلياق بقرب السر الواقع في ص م ٤٥ ١٨ ٥٠ وميل + ٢٢ ١٢ ومدته ١٢ ١٢ ٥٢ وعلى هذا النسق اذا كان على قدر ٤ ٢٤ بصغر حتى يصير على قدر ٢ ٤ ثم يزيد الى معظوه ايضا ثم يصغر حتى يصير على قدر ٤ وقد لاحظ شمدت عدم التركيز على ذلك تمامًا وله ثلاثة رفاق على القدر ٨ و ٨ ١ و ٨ ٢ والنجوم المتغيرة R الاكليل الشمالي مدته ٢٢٢ يومًا وهو على معظوه من القدر السادس و T الاكليل الشمالي كان على القدر الثاني في ١٢ ايار سنة ١٨٦٦ وفي ٢٤ منه صار على قدر ٨ ثم على قدر ٩

ثم زاد الى قدر ٧ ثم ٧ في ث ولا يزال يتغير. موقعه على المسافة بين ه الاكليل نحو ه الحبة
ومنها ه السفينة هو غالباً بين القدر الاول والثاني وثارة يزيد نوره حتى يضاهي سهيلاً
(٢٥٩) يُعلل عن رؤى النجوم المتغيرة بانها دائرة على محوراتها وان جانباً منها اقل نوراً من
الجانب الآخر وايضاً بتواسط جرم مظلم بيننا وبينها وبانها تبعد وتقرب وبان لها كرة هوائية وبخبرة
تجرب بعض نورها احياناً ولا شيء من ذلك اكيد

ومن هذا النوع ايضاً نجوم وقتية تظهر مدة وجيزة ثم تزول . ذكر هيرخوس واحداً منها في
القرن الثاني ق م وعلى قول اقليدس ظهور ذلك النجم حمل هيرخوس على اصطناع قائمة الثوابت
سنة ١٢٥ ق م وذكر في تواريخ الصين نجم جديد في العقرب ق م ١٢٤ وقد ظهرت نجوم لامعة في
ذات الكرسي او بقربها سنة ٩٤ و ٢٦٤ و ١٥٧٢ وهذا الاخير رصد نيجوبراهي من ث سنة ١٥٧٢
الى اذار سنة ١٥٧٤ اي ١٧ شهراً وفاق الشعري والزهرة لمعاناً وظهر في النهار وانقلب بين ايض
واصفر واحمر ثم ايض ايضاً ولم يتغير موقعه بين النجوم بته وقد زعم بعضهم ان الرؤى الثلاث المذكورة
هي رؤى نجم واحد ذي مدة طويلة.

وفي سنة ١٦٠٤ ظهر نجم لامع مثل الزهرة في صورة الحواء مدة ١٥ شهراً ذكر كبلر وفي سنة
١٦٧٠ ظهر نجم لامع من القدر الثالث في صورة الدجاجة وبقي سنتين ثم ضعف نوره ثم زاد ثم تلاشى
وفي ٢٨ نيسان سنة ١٨٤٨ رأى المعلم هيند نجماً جديداً من القدر الخامس في الحواء ثم بلغ
القدر الرابع ثم قل وهو الآن من القدر الحادي عشر والثاني عشر

وقد ذكر في القوائم السابقة نجوم لا وجود لها الآن وبالقلب ظهرت نجوم لم تُذكر فقد ذهب
من الجائي ٤ ومن السرطان واحد ومن فرساوس واحد ومن الحوتين واحد ومن الشجاع واحد ومن
الجبار واحد ومن شعر برنيشي اثنان وعدة نجوم من قائمة بطلميوس لم تُذكر في قائمة ألغ بيك سنة
منها بقرب الحوت الجنوبي واربعه منها من القدر الثالث ولعل كل هذه النجوم الموقنة نجوم متغيرة
مداتها طويلة او قد أُخطي في رصد بعضها

(٢٦٠) قد تقدم ان النجوم الثوابت على نمادي الادوار تغيرت مواقعها النسبية قليلاً وبعضها
تغير اكثر من بعض فقد تحرك السماك الرابع ه في ١٥٢ سنة والنجم بقرب ه العواء لم يتحرك و ه
النسرامي النسرا الطائر بعد مضي ادوار يكون الى شرقي نجم بقرب ه الى الشرق ومن النجوم التي ظهرت
لها حركة سنوية واضحة

٨٧

٧٤

٢١٥٠ السفينة

٤ الهند

"٦٩٧"

١٨٣٠ كروميرج

٥١٢

٦١ الداجاج

ومن رصد الدكتور هجنس بالسبيكتروسكوب قد تحقق اقتراب بعض الثوابت نحو النظام الشمسي وابتعاد البعض عنه اما من حركاتها الخصوصية واما من حركة كل النظام الشمسي فيها لكون او من كليهما . اما النجوم المقتربة اليها فهي هذه

السمك الراح	α الداجاج	α الدب الاكبر
النسر الواقع	β التوامين	γ الاسد
ϵ العواء	γ الفرس	
α الفرس	α المرأة المسلسلة	

اما الزاهية عنا فهي

الشعري الشامية	قلب الاسد	
ابط الجوزاء	β الدب الاكبر	السمك الاعزل
رجل الجوزاء	γ " "	α الاكليل الشمالي
α التوامين	δ " "	الشعري الشامية
	ϵ " "	العويق
β الاسد	ζ " "	الدبران
δ "	η " "	γ ذات الكرسي

فقد اتفق اشهر علماء الهيئة الآن على ان الشمس ونظامها من العوالم سائرة نحو نقطة من القبة السماوية موقعها على الخط الموصل بين π و μ المجائي على $\frac{1}{4}$ البعد بينهما عن π اي ماس هذا الفلك العظيم ينتهي الى π المجائي شمالاً والى α الحمامة جنوباً والحركة السنوية الى تلك الجهة ٦٢١ من نصف قطر فلك الارض اي ١٤٨٤٠٠٠٠٠ ميل وهي دائرة حول نقطة في الثريا مركزاً اي " الثور حسب رأي ميدلر وسرعة هذه الحركة نحو ١ ميل كل ثانية . وبما ان كثيراً من النجوم الثوابت هي على ما يعلم بعيدة عن فعل جاذبية غيرها فربما يكون كل واحد من تلك مركز نظام عوالم كما ان شمسنا مركز نظام العوالم الدائرة حولها ومن تلك الشمس

النسر الواقع	العويق	السمك الراح	الشعري البائية
سُهيل	مركب	γ الجبار	α قيطوس
α ذات الكرسي	الغراب	التوامين اي بروس	

اما دَرَهْرُهُ النجوم الثوابت او نشعشعها مثل قدح شرار فمن اسباب هوائية لانه كل ما سكن الهواء قل الدَرَهْرُهُ وكذلك كلما ارتفع الناظر عن سطح الارض قل اما النجوم الصغار الضعيفة النور فروبها اوضح اذا كثرت الدَرَهْرُهُ

الفصل الرابع

في القنوان والسدام

(٢٦١) القنوان جمع قنوو هو الكباسة ويراد بها في اصطلاح علماء الهيئة محال من السماء نجومها محشوقة فيرى كثير منها في مساحة صغيرة والسدام جمع سديم وهو الضباب الرقيق وفي الاصطلاح نجوم صغيرة القدر جدا محشوقة حتى ترى مثل سحابة او ضباب او قطعة نيرة سحابة لا تحل الى نجوم مفردة بالنظارات القوية او ما تحقق بالسيكندروسكونب انها مجتمعات غاز حام الى درجة الانارة وقد انقسمت باعتبار ما ذكر الى ثلاثة اقسام

- (١) قنوان او عنافيد ترى بالنظر المجرد زاد وضوحها او قل
- (٢) قنوان تحل الى نجوم مفردة بواسطة نظارة
- (٣) سدام لا تحل الى نجوم مفردة باقوى النظارات المعروفة وهذا القسم الثالث قد انقسم الى خمسة انواع

(١) سدام حلزونية

(٢) " هليجية

(٣) " حلزونية

(٤) " سيارية

(٥) نجوم مسددة

اول من اعنتى بتفصيل قوائم القنوان والسدام الفرنسي مسيهر نمرها بالاعداد الطبيعية وطُبعت قائمة اولاً في المناهج السنوية الفرنسية لسنة ١٧٨٣ و ١٧٨٤ ويشار الى كونها من قائمة مسيهر بالحرف الروماني M مثالة M ١ او M ٤ وهرشل الاول يدل عليه بالحرف H وهرشل الثاني بالحرف H فهرشل الاول قسم السدام والقنوان الى ٨ رتب هكذا (I) سديم لامع (II) سديم

ضعيف (III) سديم ضعيف جداً (IV) سديم سياري (V) سديم كبير (VI) قنومحشوك (VII) قنوقليل الحشك (VIII) قنومشترفلوقيل $VI H ٢٢$ لكان المراد السديم الثالث والثلاثين من الرتبة السادسة من رتب هرشل

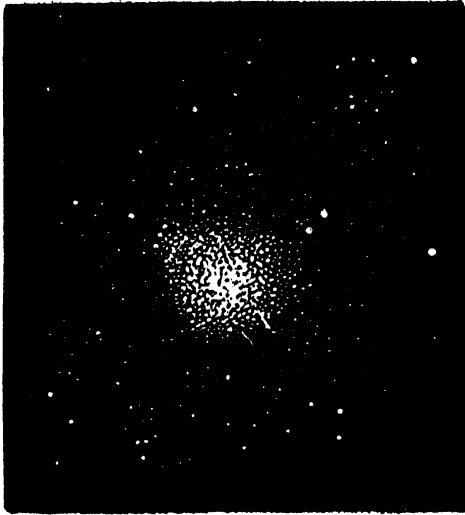
(١) من القسم الأول الثريا وعدة النجوم الظاهرة فيها متوقفة على حدة البصر فبعض الجيون المجردة المحادة البصر ترى نجومًا مفردة حيث لا ترى غيرها الأسحابة نيرة أو لا ترى شيئًا فالبعض يميز في الثريا ستة نجوم والبعض يميز ١٢ نجمًا وربما يميز أكثر من ذلك بالنظر إليها من الماق أو بتعريف العين عن الاستقامة قليلًا أما بالنظارة فيرى فيه ٥٠ أو ٦٠ نجمًا انورها ألسيوني أو n الثور من القدر الثالث يزعم انه مركز دوران النظام الشمسي حسبما تقدم وهو المعروف بوسط الثريا ثم أكثرها وأطلس من القدر الرابع ومايا وتايجيتا من القدر الخامس ويليوني وشيلينيون القدر السادس والسابع وأستروبي بين القدر السابع والثامن وكثيردون ما ذكر قدرًا وقد سُميت الثريا عند البعض القرقة والصيصان

ومن هذا النوع أيضاً عدة نجوم انورها الدبران ولعلها الفردود . قال النيدوزابادي في القاموس الفردود كواكب مصطفة خلف الثريا أما الدبران أو عين الثور فمن القدر الأول ولعل تسميته من كونه مدبراً خلف الثريا وهو المئزلة الرابعة من منازل القمر ومن هذا النوع أيضاً المعلق في السرطان غير انه لا بجلة النظر المجرد نجومًا ويُسمى أيضاً النثرة وهي المئزلة الثامنة من منازل القمر

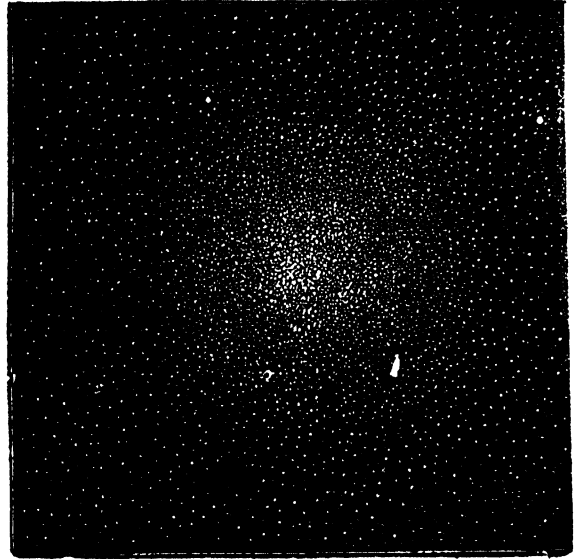
ومن هذا النوع أيضاً شعر برنيكي على منتصف المسافة بين α السلاقيين وذنب الاسد (٢) أما القسم الثاني أي قنوان نحل الى نجوم مفردة بواسطة النظارة فكثيرة جداً لا يسعنا المقام الا لذكر بعضها فمنها

ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	
١ ٢٧ ١٠	+ ٦٠ ٤ ٢٥	(١) VI H ٢١ ذات الكرسي
٢ ٩ ٥٧	+ ٥٦ ٩ ٢٢	(٢) VI H ٢٢ فرساوس
٦ ٠ ٤٩	+ ٢٤ ٧ ٢٠	(٣) M ٢٥ الجوزاء
١٢ ٢٦ ٨	+ ٢٩ ٨ ١	(٤) M ٢ السلاقي
١٥ ١١ ٥٧	+ ٢ ٦ ٢٤	(٥) M ٥ الميزان
١٦ ٢٧ ٢	+ ٢٦ ٥ ٤٢	(٦) M ١٢ الجاني
١٧ ١٣ ١٥	+ ٤٢ ٨ ١٥	(٧) M ٩٢ الجاني

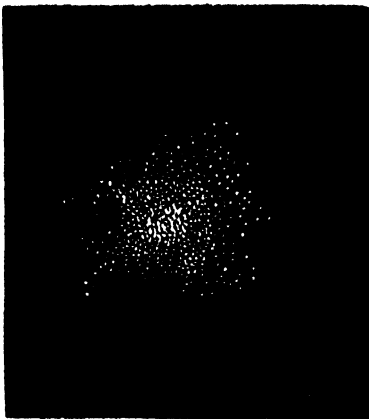
ميل ١٨٧٠	م ص ١٨٧٠	
٢٥٠ ٦ -	٩ ٤٤ ١٨	(٨) M ١١ انتينوس
٢٥٢ ١١ +	٢٩ ٢٣ ٢١	(٩) M ١٥ الفرس
٢٤٠ ١ -	٤٢ ٢٦ ٢١	(١٠) M ٢ الدلو



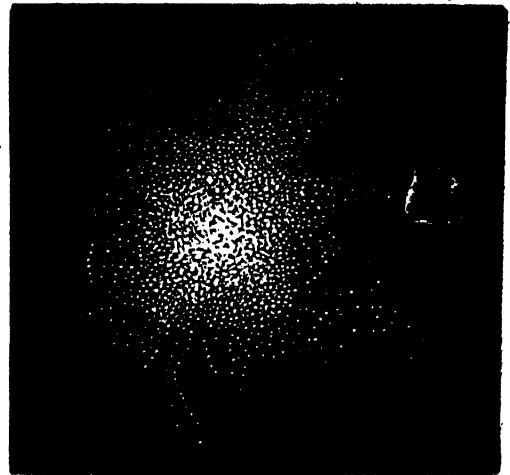
شكل ١٥٦ في الميزان



شكل ١٥٥ بقرب قنطوروس



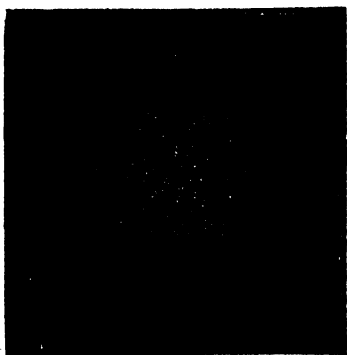
شكل ١٥٨ في الجدي



شكل ١٥٧ في الجاثي

(٢٦٢) اما القسم الثالث اي السدام فلا تحل الى نجوم بواسطة اقوى النظارات
 (١) النوع الاول منها سدام حلقيه منها السديم الحلقي في صورة الشلياق وهو M ٥٧ ص م
 ١٨ ٤٨ ٢١ ميل + ٢٣ ٥١ على نصف البعد بين β و γ هو بالحقيقة هليجب
 الشكل ونسبة قطره الى منضمو :: ٥ : ٤ والنسخة الوسطى مثل كريشة مشددة على اطارة. زعم اللورد

رُصَّ ان نظارته الكيئة ارته فيه نجومًا صغارًا ولكن السبكندروسكوب قد اوضح كونه غازًا مجبًا الى درجة الانارة



شكل ١٦٠ في الحبة

شكل ١٥٩ في الجوزاء

ومن هذا النوع
(١) H ٤٢٩٠ H العنبر ١٧ ١٢ ٢٢ ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠
٢٠ ٨ ٢٨ -
(٢) H ١١ IV العنبر ١٧ ١٠ ٢٦ ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠
٢٨ ٥ ٢٢ -
(٣) H ١٢ IV الدجاجة ٢٠ ١١ ١٠ ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠
١٠ ٥ ٢٠ +
(٤) النوع الثاني سدام هليجية الشكل منها السديم في نطاق المرأة المسلسلة ٤ طولاً و ٢ عرضاً ص م ٢٥ ٤٢ ميل ٤٠ + ٢٢ ٥. السبكندروسكوب يرى له طيفاً كاملاً إلا من الطرف الاحمر وذلك دليل على انه ليس غازاً ولكنه لم يحل قسم منه الى نجوم باقوى النظارات

ومن هذا النوع
(١) H ٤٢٩٥ H الرامي ١٨ ٩ ٢٢ ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠
٥٥ ٢ ١٩ -
(٢) H ٢١٦٥ H شعر برنيكي ١٢ ٢٥ ٥١ ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠
١٥ ٢ ٢٢ +
(٣) M ٦٥ الاسد ١١ ١٢ ٨ ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠
٤٧ ٩ ١٢ +
(٤) H ٤٠٥٨ H التين ١٥ ٢ ٥٢ ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠
١٦ ٠ ٥٦ +
(٥) H ٤٤١٩ H التين ١٨ ٢٥ ٧ ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠
٥٤ ٦ ٦٤ +
(٦) H ١ V فيطوس ٠ ٤١ ٨ ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠
٠ ٤ ٢٦ -
(٧) H ٢٧٠٦ H قنطوروس ١٢ ٤٩ ٥٨ ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠
٢٠ ٧ ٢٩ -

النوع الثالث سدام حلزونية اشهرها M ٥١ السلاقيين في ص م ١٢ ٢٤ ٢٠ وميل ٤٧ + ٥١ ٨ وعلى ٢ الى الجنوب الغربي من الناند اي n في طرف ذنب الدب الاكبر. في النظارات الاعيادية يرى كروية تحيطه حلقة وفي نظارة لورد رُصَّ يرى حلزون من مادة مهيبة

مثل بعض الغيوم في تيار من الريح طيفة ليس بطيف غاز

ومن هذا النوع	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠
(١) M ٢٢ الحونين	٢٠ ٢٦ ٣٠	٥٩ ٢٩ +
(٢) I ٥٧ الأسد	٤٩ ٢٤ ٩	٤١ ٢٢ +
(٣) M ٩٩ السنبلة	١٢ ١٢ ١٢	٨٠ ١٥ +
(٤) I ٥٥ الفرس	٢٦ ٥٨ ٢٢	٢٧ ٥ ١١ +



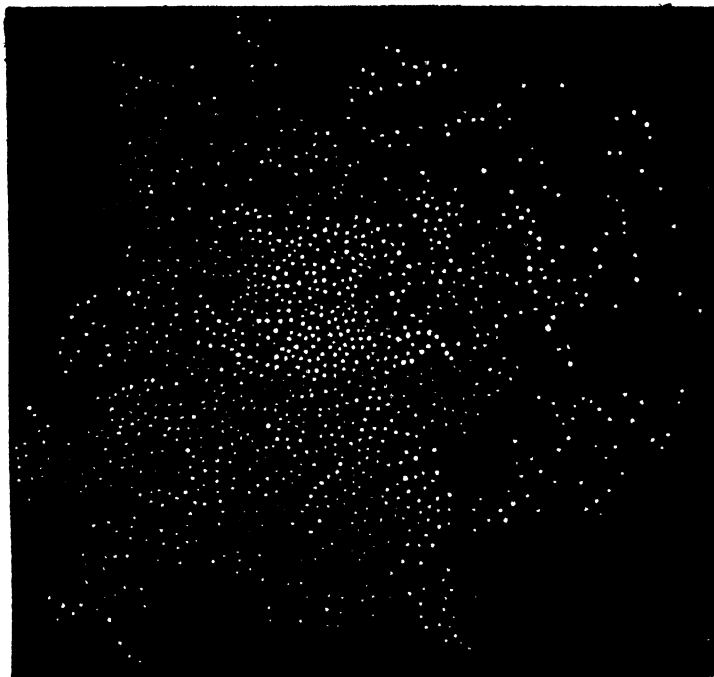
شكل ١٦١ في الدلو

(٤) النوع الرابع سدام سيارية . هذه التسمية من

سروليم هرشل لان السديم من هذا النوع يشبه سيارة
من السيارات الكبار اي له قرص مادة سحابة
مستديرة ويلي ظاهرا الحدود نارة وحدوده غير
واضحة اخرى غير انه ليس لما نواة ظاهرة ومن هذا
النوع M ٩٧ الدب الأكبر ص م ١١ ٧ ٩ ميل

+ ٥٥ ° ٢٢ ٤٣ على ٢ من β الى الجنوب الشرقي

قطر ٢٠ ٤٠ " فاذا كان على بعد ٦١ الدجاجة فقط تكون مساحته سبعة امثال مساحة فلك
بيتون وطيفة غازي



شكل ١٦٢ في الدلو بنظارة لورد رص

وهو إلى الشمال الغربي من ٤ على طرف القرن الجنوبي سمي السرطاني بسبب الزوائد المادة منه زعموا انها تشبه ارجل السرطان والحال ان السدم كله اشبه ببرعم الورد

(٢) السدم الكبير في نصاب سيف الجبار حول ٩ منه ماد على ١٠ ميل و ٤ ص م وهو ٤٢ M الجبار ص م ٥٢ ٢٨ ٥٠ ميل ٢٨ ٦ ٥٠ في وسط اربعة نجوم على شكل مستطيل اقدارها ٦ و ٧ و ٨ و ٩ (انظر شكل ١٤٩) وبظارة جين برى نجم خامس زعموا انه على زيادة في نوره وسادس اصغر منه وقد شاهد البعض فيه نجوماً آخر من القدر ١١ و ١٠ و ١٢ وهذا السدم هيدروجين حام إلى درجة الانارة

(٤) ٣٠ دورادوس ص م ٢٩ ٥٠ ميل ٢٦ ٢٩ ٥٠ - ١٠ ٠ ٦٩ لا برى في عرض شمالي

فوق ٢٠

(٥) السفينة ص م ١٠ ٤٠ ٢٠ ميل ٥٩ ٩ ٥٨ لا برى في عرض شمالي فوق ٢٠

(٦) * الصليب ص م ١٢ ٤٥ ٥٧ ميل ٢٨ ٦ ٥٩

(٧) ω قنطوروس " ١٢ ١٨ ٥٩ " ٢٨ ٠ ٤٦ (شكل ١٥٥)

(٨) ٤١ IV الراعي ١٧ ٥٤ ٢٨ - ٢٢ ٢٠

(٩) ٨ M الراعي ١٨ ٥٥ ٥٤ - ٢٤ ٢١ ٥

(١٠) ١٧ M ترس سويسكي ١٨ ١٢ ٨ - ١٦ ١٢ ٤

(١١) ٢٧ M الثعلب ١٩ ٥٢ ٥٥ + ٢٢ ٢١ ٩

(١٢) ٤٦١٨ H الدجاجة ٢٠ ٥١ ٤٤ + ٢٩ ٢٩ ٤٢

اما (١٠) فعلى هيئة وز عراقي له نجم في عينه ونجمان عند متصل العنق بالجذع

اما (١١) فغريب الشكل مثل ساعة رملية في نظارة اعنيادية اما في نظارة لورد رص

فعلى هيئة فأسين متصلين بفناويهما

اما (١٢) فمساحة ٢٠ او ٣٠ ميلاً و ١ او ٢ ص م ملانة سدماً ونجوماً ممتزجة

في قائمة سربوحنا هرشل المطبوعة ١٨٦٤ مقيد من سدماً وقنوان ٥٠٧٩. أكثرها في منطقة مساحتها اقل من ١/٨ مساحة القبة الزرقاء من الدب الاكبر والاسد والزرافة والتنين والعواء وشعر برنيكي والسلاقيين إلى السنبلة وإلى وسط قنطوروس وفي الجهة المتقابلة أي المرأة المسلسلة والنرس والمحوتين إلى الجنوب وتكثر حول النقط الجنوبي دون غيره وفي ذلك القسم من السماء مساحتان فيها ٤٠٠ سدم وقنو وقد اشهر اللورد رص في سنة ١٨٦١ قائمة ٩٨٩ سدماً وصدماً بنظارتو الكبير (٢٦٤) سدماً متغير. في ١١ ث سنة ١٨٥٢ كشف المعلم هيند سدماً صغيراً فطر فحق

١ في ص م ٤٧ ١٢ ٤٧ وميل + ١١ ٢ ١٩ على ١ ١ ١ عن ٤ الثور ومن ١٨٥٢ الى ١٨٥٦
كان يس جانب الشمال الشرقي نجم من القدر العاشر وهو الآن من القدر الثاني عشر. وفي ٣
سنة ١٨٦١ وجد دارست من كوينكاغن ان السديم قد زال واخذ لا قريبر وغيره من علماء الهيئة
يفتشون عليه باقوى النظارات فلم يجدوه. وفي ٢٩ ك ١ ظهر بالنظارة الكبيرة في بلتكوفيا وفي ٢٢
اذار سنة ١٨٦٢ كان اوضح ثم عند طلوعه في ١٢ ك ١ سنة ١٨٦٢ لم ير

كذلك القنوا المعروف M ٨٠ بقرب R و S من القرب على منتصف البعد بين α و β بين
٩ ابارو ١٠ حزيران سنة ١٨٦٠ تغير الى هيئة نجم من القدر السابع ثم عاد الى هيئته الاولى
في ١ ايلول ١٨٥٩ كشف المعلم نيل سديما في صورة التين ص م ١٨ ٢٣ ١٨ ميل
+ ٢٠ ٥ ٧٤ نوره واضح حتى لا يتصور كيف لم يره هرشل ان كان على ذلك القدر في ايامه وفي
١٩ ث ١٨٥٩ كشف نيل سديما في صورة الثور وفي ١٨ ١٨٦٠ لم ير الا بصعوبة
لا سبيل للتعليل عن هذه الرؤى. ربما يكون من الابتعاد والاقتراب وربما من توسط جرم
مظلم بيننا وبين الاشباح المشار اليها وربما من علة اخرى مجهولة

الفصل الخامس

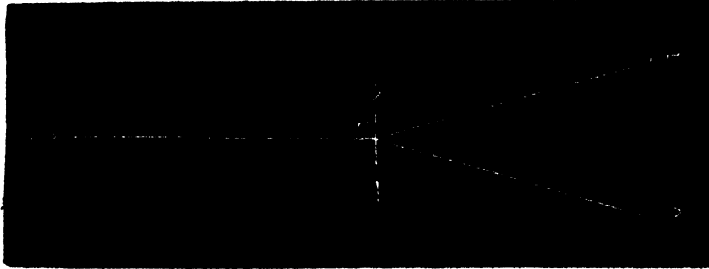
في الهجرة والراي السدي

(٢٦٥) الهجرة سديم كبير او قنوم القسم الثاني شمسا ونظامها منه وفيه فن موقع الارض
في هذا القنود دورانها على محورها تترابا الهج على هيئة منطقة نيرة اقسامها مختلفة الانارة من ذات
الكرسي شمالا الى جنوبي قنطوروس جنوبا مائلة على خط الاستوائ نحو ٦٢° وتنقطع في ص م
٤٧ ٣ و ٤٧ ١٢ ٤٧ ميل + ٢٧° والجنوبي في ص م ٤٧ ٣
ميل - ٢٧° فان تتبعناها على طريق الصعود المستقيم مبتدئا من ذات الكرسي على نحو ٢° الى
شمال ٥ اي في نحو + ٦٢° ميلا فتمر بين ٧ و ٤ ذات الكرسي وترسل فرعا نحو α فرساوس ثم
نحو ϵ منه وتمر على ϵ و δ و η من صاحب المعز المعروفة بالجدا وتمر على ارجل الجوزاء وطرفي قرني
الثور حيث تقطع دائرة البروج بقرب المدار الصيفي ثم على دبوس الجبار وبين الجبار والشعري
الشامية ومن ثم تزيد نوراً وتمر على شرقي الشعري اليمانية على السفينة تحت ارجل قنطوروس الى

٢٢- ميلًا حيث تسع عرضًا حتى يبلغ عرضها نحو ٢٠° ومن ثم توجه الى الشمال الشرقي مارة على ذنب العقرب وساق الحواء وترس سويسكي والنسر الطائر والعلب والدجاجة ورأس فيناوس الى حيث ابتدأنا

(٢٦٦) ان العقل البشري يندمل من كثرة النجوم في المجرة ويعين على تصور ذلك بعض التصور ما افاد به سروليم هرشل قال مرّ على نظارته ١٦٠٠٠ نجمة في ربع ساعة وفي ٢٢ آب ١٧٩٢ مرّ عليها ٢٥٨٠٠٠ في ٤١ دقيقة فحسب ان النجوم الظاهرة بواسطة نظارة مكسرة قطر مرآتها ١٨ فبراطًا بلغ ٥٢٥٠٠٠ وثيف وقد حسب ستروث انه برّس ٢٠٥٠٠٠٠٠ بواسطة نظارة هرشل الكبيرة

(٢٦٧) راي هرشل من جهة المجرة انها طويلة قليلة العمق بالنسبة الى طولها وان موقع الشمس بقرب منتصفها عند تقريبها فرعين (شكل ١٦٣) فاذا نظرناظر عند ش الى جهة ي او ا بقل عدد النجوم التي يراها وان نظر الى ب او س او د يكثر عددها. حسب هرشل ان عمقها نحو ٨٠ مرة بعد النجوم من القدر الاول



شكل ١٦٣

وبعض السدام البعيدة التي تُرى بصعوبة بواسطة اقوى النظارات مثل M ٧٥ على ٧٠٠ مرة بعد النجوم من القدر الاول حتى يتقضي للنور ٧٠٠٠٠٠ سنة للوصول منها الى الارض وابعدها من ذلك ايضا نظامات اخرى الى ما لا نهاية

في الراي السدي

(٢٦٨) ان الاجسام الآلية الارضية لا يخلطها الخالق سبحانه وتعالى نامة كاملة دفعة واحدة بل جعلها ان تنمو من مبادي صغرى تحت قواعد وقوانين ثابتة حتى تبلغ كما لها بالمرور على درجات كثيرة كل نالية اعلى واكمل من التي سبقتها وغيرها الآلية ايضا تحت هذا القانون فالانربة التي يتغذى منها النبات لم تُخلق على ما هي بل هي من قبل تثبت الضور ومحتها على نمادي الادوار بالنور والحرارة والماء والكهربائية الخ ومن هذا القياس يستنتج انه سبحانه سلك هذا المسلك نفسه في خلقه العوالم

وان الشمس والسيارات واقارها بلغت حالتها الحاضرة بعد المرور على درجات كثيرة من النظام في ادوار كثيرة ومن الحقائق الظاهرة في النظام الشمسي التي يبنى عليها الراي الذي نحن في صدده (١) ان الشمس والسيارات والاقار حسبما يُعرف عنها كلها تدور على محاورها الى جهة واحدة تقريباً اي من الغرب الى الشرق وكذلك السيارات تدور حول الشمس والاقار تدور حول السيارات من الغرب الى الشرق وما يستثنى من ذلك قليل لا يعتد به او يعلل عنه

(٢) الشمس المحاطة اكثر مادة النظام كوكب في حالة المحو الزائد وداخل الارض كان في تلك الحالة نفسها ولم تنزل اقسام من داخلها على ذلك كما يتضح من البراكين على سطحها والقر كان كذلك كما يتضح من كثرة كوكوس البراكين المنطقة على سطحها فالراي السدي المبني على هذه المبادي هو ان المساحة التي يشغلها النظام الشمسي الآن كانت الى ابعد من نبتون كثيراً ملائمة مادة سديمية محاطة او عالمية في حالة المحو الزائد وعلى غابة اللطافة فجعلت كل تلك المادة ان تدور على محور الى الجهة التي نسميها الآن من الغرب الى الشرق فبناء على قواعد الهيمولي المعروفة كانت تحصل في مدة الادوار المتتابعة تغيرات على النسق الآتي ذكره

بالمجاذبية نحو المركز والقوة الدافعة عن المركز تحول المادة كلها الى هيئة شبه كرة (ع ٨ و ١١) تشع الحرارة في الخلاء غير المتناهي المحيط بالمادة المشار اليها فتتقلص وبهذا التقلص يحدث الدوران على سرعة مفروضة عند المحيط دورانا اسرع ثم اسرع تنهي الى الموازنة بين القوة الدافعة عن المركز والقوة الجاذبة نحو المركز وعند حصول هذه الموازنة نصير الاقسام الاستوائية تدور مستقلة عن الاقسام الداخلية التي تدوم تنقلص اكثر فاكثرت حتى تنفصل عن الاقسام المشار اليها وتتركها حلقة سديمية تدور دورانا مستقلاً

ثم تنقلص الاقسام الداخلية ايضاً حتى تنفصل حلقة اخرى ثم ثالثة وهلم جرا حتى تنفصل عدة حلقات متراكزة الى ان تبقى كتلة مركزية هي شمس النظام

اما الحلقات فلا تزال تبرد وتنقلص فان كانت مادتها على التساوي تماماً في كل اقسامها تدوم على تلك الهيئة وان زادت في قسم من اقسامها فالكل يجذب نحو ذلك القسم الاثقل حتى نصير شبه كرة يدور على محوره من ويدور حول الكتلة الاصلية من في مدة واحدة وهكذا تكون السيارات الدائرة حول الشمس

السيارات شبه الكرة لا يزال يبرد وتنقلص فيسرع بذلك دورانه على محوره حتى تنفصل عنه حلقة كما انفصلت عن الكتلة الاصلية ولعل هذا العمل يتكرر وتلك الحلقات تجذب مادتها الى الجزء الاثقل منها

فتتكون اقمار. ان كانت اجزاء الحلقة على موازنة تامة تبقى حلقة عوضاً عن التجمع الى هيئة شبه كرة كما تترى في حلقات زحل

اذا انفصلت عن الكتلة الاصلية عدة حلقات دقيقة عوضاً عن حلقة واحدة غليظة تتكون بذلك النجوم

متى بردت السيارات واقارها نصير اجساماً مظلمة ونقول من الحالة الغازية الى السيولة ثم المجمودة وقد يكون خارجها جامداً ويبقى داخلها او بعض داخلها سيالاً كثيفاً تحت الضغط الشديد من ثقل الاجزاء السطحية عليه

كون افلاك هذه الاجرام ليست في سطح واحد يغال عنه باضطراب حركة حاصل من جاذبية جرم على جرم في مدة الادوار منذ انفصالها عن الكتلة الاولى

وقد يجمل ان كل نجم ثابت انما هو كتلة مركزية حاصلة من قبل الافعال السابق ذكرها والنجوم المزدوجة والمثلثة والمتعددة حاصلة من انفصال الكتلة اجزاء قبل ما بردت وتقلصت الى درجة انفصال الحلقات عنها او كانت الكتلة متطاولة بيضيه الشكل وانفصل عنها قسم كبير صار بالحال سياراً يعدل القسم المركزي تقريباً

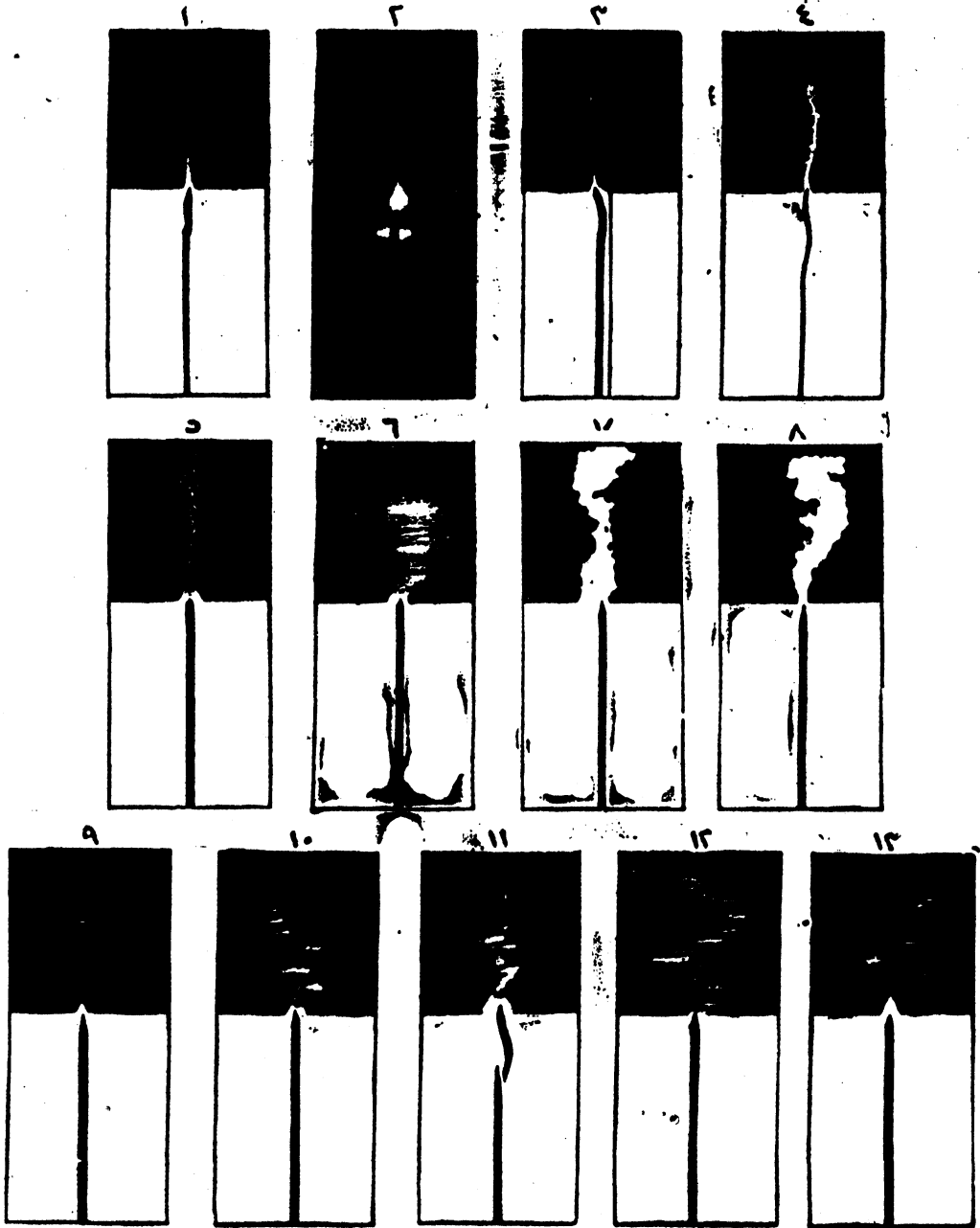
السداء المنتظمة الهيئة التي لا تحل الى نجوم مفردة ربما تكون على الحالة التي كانت عليها كتلة النظام الشمسي قبل ما اخذت الحلقات السيارية تنفصل عنها

الفصل السادس

السيكتروسكوب وعلم الهيئة

(٢٦٩) السيكتروسكوب المستعمل في علم الهيئة ينتضي وصله بالنظارة الاستوائية عوضاً عن النطعة العينية ويكون شفه في محرق عدسية الشيع تماماً وعند ذلك يستعمل لاجل معرفة المواد في الاجرام السماوية بمقابلة الخطوط الظاهرة في الطيف بالخطوط المكونة من اشتعال مواد ارضية وقد سبقت الاشارة الى ذلك (صفحة ٨٧ و ٨٨) فلاجل رؤية التواتر المشار اليها (صفحة ١٥٢) ينتضي تفحص شق السيكتروسكوب بحيث يركب نحو نصفه على حافة الشمس قطرياً والنصف الآخر يكون على الكروموسفيراي الكرة الملونة او الغازية (صفحة ٨٧ و ١٥٢) فتترى التواتر على هيئة مختلفة بواسطة خط من خطوط الهيدروجين اي $H\alpha$ في الاحمر الذي يوافق الخط C من خطوط

فراونهوفر (انظر شكل ٥٥) أو $H\beta$ بين الاخضر والازرق الذي يوافق الخط F وتُرى ايضاً فيها $H\gamma$ في الازرق وخط غير معروف سُمي D_2 وهو ما يلي D_1 من خطي الصوديوم في الاصفر وقد تُرى ايضاً بوضع الشق ماساً لحافة الشمس



شكل ١٦٤ تنوات على ميقات مختلفة

(٢٧٠) اذا اشتعلت مادة تحت الضغط ولاسيما الهيدروجين ثم نُظِر الى خطوطها بالسبكتروسكوب تُرى تلك الخطوط اعرض ما هي ان لم تُضغَط المادة كما في الخط $H\beta$. ومن ظهور خطوط عريضة كالمشار اليها (شكل ١٦٥) في الكُلف نتحقق هجوم الغازات وجمعها بكثرة في

ملك الاماكن من كرة الشمس وكذلك في بعض السموات فذاك دليل على عواصف وصعود غازات وهبوطها بسرعة ويعرف ايضاً بالسيكندروسكوب هل هي صاعدة او نازلة فان رصد الناظر حافة



الشمس يظهر ذلك بحركة اللهب ولكن اذا رُصد واسط كرتها فاللهيب اذا صعد او هبط يبني على استقامة واحدة نظراً الى الراصد فلا يظهر المهبوط ولا الصعود ولكنه يُعرف بالسيكندروسكوب على الكيفية الآتية

(٢٧١) اذا كانت قافلة مقبلة من بعيد يُسمع صوت اجراسها يعلو نغمة كلما قربت وبالعكس اذا كانت ذاهبة عن السامع فيُعرف من تغير نغمة الصوت هل هي مقبلة او ذاهبة وذلك لانه اذا اقبلت تقصر امواج الصوت فتعلو النغمة واذا ادبرت تطول الامواج فتوطلا النغمة

وعلى هذا القياس نفسة تموجات المادة المحاصل منها النور فتموجات الاحمر اطول من تموجات البنفسجي وتموجات من جسم اقرب اقصر من تموجات جسم ابعد وكلما طال التموج قرب الى الاحمر وكلما قصر قرب الى البنفسجي من الطيف الشمسي فهاك طول التموجات في الطيف الشمسي حسب قياس انكساروم في كسر من ملليمتر

b_1	٠.٠٠٠٥١٨٢٠ ملليمتر	A	٠.٠٠٠٧٦٠٠٩ ملليمتر
b_r	٠.٠٠٠٥١٧٢٠ "	a	٠.٠٠٠٧١٨٥٠ "
b_g	٠.٠٠٠٥١٦٦٧ "	B	٠.٠٠٠٦٨٦٦٨ "
F	٠.٠٠٠٤٨٦٠٦ "	C	٠.٠٠٠٦٥٦١٨ "
G	٠.٠٠٠٤٣٠٧٠ "	D	٠.٠٠٠٥٨٩٥٠ "
h	٠.٠٠٠٤١٠١٢ "	D	٠.٠٠٠٥٨٨٩٠ "
H	٠.٠٠٠٣٩٦٨٠ "	E	٠.٠٠٠٥٣٦٨٩ "
H	٠.٠٠٠٣٩٢٣٨ "		

فاذا كان الجسم البارد ذاهب عن الناظر نقل عدة الامواج الداخلة العين في مدة مفروضة فيخرف الخط المعلوم من موضعه نحو الاحمر وبالعكس اذا كان متبلاً اي يخرف الخط نحو البنفسجي فعند النظر الى خط من خطوط الميدروجين في كلنة شمسية اذا انخرف نحو الاحمر يكون اللهيب ما بطاً واذا انخرف نحو البنفسجي يكون صاعداً عن سطح الشمس
عدة التموجات في النور الاحمر ٤٨٠ الف الف الف الف في الثانية وفي البنفسجي ٨٠٠ الف

الف الف في الثانية وموج الخط $H\beta$ الموافق $F 480$ الف الف الف في الثانية ا ب طول الموجة 0.00048500 من المليمتر ويقاس انحرافه وان كان من المليمتر فقط فان كان الغاز النير ذاهبا نزل عدة التموجات في الثانية ونطول الامواج فيخرف الخط نحو الاحمر وان كان مقبلا تزيد عدة التموجات وتقصر الامواج فيخرف الخط نحو البنفسجي اذا تعرض خط من الخطوط فانحرف الى الجهتين فذلك من ضغط المادة النيرة

طيف القمر والسيارات

(٢٧٢) نور السيارات واقارها مستمد من الشمس فطيفها لا تفرق عن الطيف الشمسي

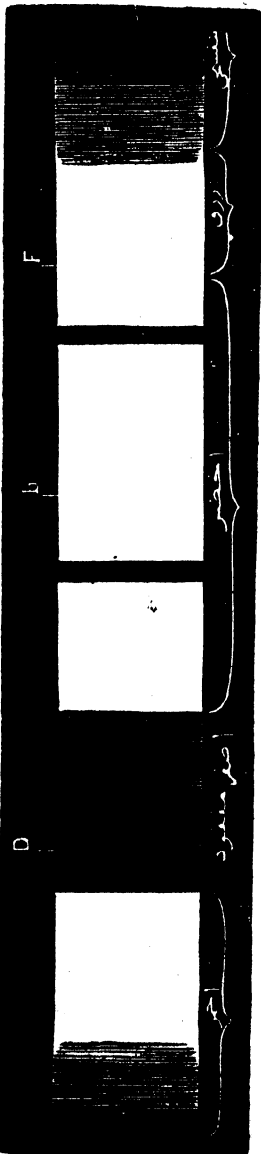
الابا يحدث من انعكاس النور عن سطوحها ومروا النور بكراتها الهوائية . اما طيف القمر فلا فرق بينه وبين طيف الشمس مطلقا الا من جهة شدة النور ولا يرى فيه خطوط امتصاص كما يرى من مرور نور الشمس في كرة الارض الهوائية الكثيرة البخار المائي وذلك يؤيد ما قيل انفا (غ ٢٢) من جهة خلو القمر من هواء ومن بخار الماء

اما الزهرة والمريخ والمشتري فبها فضلا عن خطوط فراونهوفر الظاهرة في الطيف الشمسي خطوط سميت خطوط ارضية لكونها حاصلة من مرور النور في كرة هوائية كثيرة البخار كما في الارض غير انه قد ذكر الدكتور هجنس في طيف المشتري خطا في الاحمر غير موجود بين الخطوط الارضية اما طيف زحل فمثل طيف المشتري الا انه اقل وضوحا وخطوط الامتصاص في طيف الحلقات اقل وضوحا من تلك الخطوط في طيف السيارات نفسها ومن رصد سكي وجانسن ترجح وجود البخار المائي في المشتري وزحل كليهما

اما اورانوس فطيفه خصوصي (انظر شكل ١٦٦) فيه سيران عريضان واحد في الاخضر المزرقي والآخر في الاخضر ثم يزول كل الاصفر وبعض الاحمر والالوان مقطوعة من طرفي الاحمر والبنفسجي والطيف متصل من G الى G فخال مادة هذا السيارة لم

يزل مسئلة مجهولة تحت الفحص

اما طيف نبتون فحسب سكي هو شبه بطيف اورانوس فيه ثلاثة خطوط اصلية الاول والاضعف

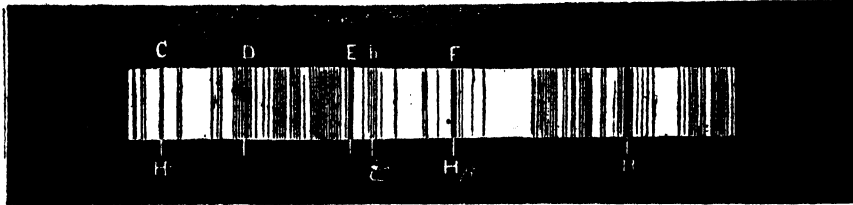


شكل ١٦٦
شكل طيف اورانوس

بين الاخضر والاصفر على قرب المنتصف بين D و b وبين هذا والاحمر سير واضح ينتهي الطيف بـ
والاحمر منقطع تماماً. وخط امتصاصي عند b وخط آخر في الازرق اقل وضوحاً من سائرهما

طيوف النجوم الثوابت

(٢٧٢١) اذا توجهت النظارة والسيكتر وسكوب نحو النجوم الثوابت برّس في طيوفها بعض
المخطوط الموافقة خطوط فراونهوفر في الطيف الشمسي ومن رصد هجنس ومير الدبران وابط المجوزاء
(α الجبار) والشعري البمانية ظهرت في تلك الثوابت عدة من المواد الارضية المعروفة وخطوط كثيرة



لاتوافق خطوط

مادة ارضية

معروفة . وقد

تحقق فيها وجود

شكل ١٦٧ طيف الشعري البمانية

الصوديوم والمغنيسيوم وتحقق وجود الهيدروجين في الدبران وليس في ابط المجوزاء ووُجد ايضاً
بزموت وانطيمون ونلور يوم وزينك وكلسيوم وحديد وقد تحقق من رصد جانسن وجود كرة بخارية
في قلب القرب ومن رصد هجنس وانحراف خطوط معروفة نحو الاحمر والبني قد ظهر ان
بعض الثوابت متبلة نحو الارض او الارض نحوها والبعض ذاهبة عن الارض او الارض ذاهبة عنها
او بالاحرى هي مقبلة او مذبذبة بالنسبة الى شمسنا ونظامها وما قائمة النوعين مع حركتها اميالا في الثانية

(١) نجوم مذبذبة عن الشمس

اسم	خط المقابلة	حركة ظاهرة	حركة الارض	حركة عن الشمس
الشعري البمانية	هـ	بين ٢٦ و ٢٦	١٠ الى ١٤	بين ١٨ و ٢٢
ابط المجوزاء	ص	٢٧	١٥ -	٢٢
رجل الجبار	هـ	٢٠	١٥ -	١٥
كستور	هـ	بين ٤٠ و ٤٥	١٧ -	بين ٢٢ و ٢٨
قلب الاسد	هـ	" ٢٠ و ٢٥	١٨ -	" ١٢ و ١٧
β الدب الاكبر γ " " δ " " ϵ " " ζ " "	هـ	٢٠	١ - و ١٢ -	" ١٧ و ٢١

اسم	خط المقابلة	حركة ظاهرة	حركة الارض	حركة عن الشمس
الاسد β	•			
الاسد δ	•			
الدب الأكبر η	•			
السمك الأعزل	•			
الأكيل الشمالي α	•			
الشعري الشامية	•			
العنوق	•			
الدبران ?	مغ			
γ ذات الكرسي				

نجوم مقابلة نحو الشمس

نجم	خط المقابلة	حركة ظاهرة	حركة الارض	حركة نحو الشمس
السمك الراح	مغ	٥٠	٥+	٥٥
النسر الواقع	•	بين ٤٠ و ٥٠	٢٩+	بين ٤٤ و ٥٤
α الدجاجة	•	٢٠	٩+	٢٩
بلوكس	مغ	٢٢	١٧+	٤٩
α الدب الأكبر	مغ	بين ٢٥ و ٤٠	١١+	بين ٤٦ و ٦٠
γ الاسد	مغ			
δ العواء	مغ			
γ الدجاجة	•			
α الفرس	•			
γ الفرس ?	•			
α المرأة المتسللة	•			

من رصد فجنس وميلر قد تحقق انحراف الخط β H نحو الاحمر $\frac{1}{2}$ البعد بين D_1 و D_2 والفرق بين موج D_1 و D_2 هو $\frac{437}{1000000}$ من المليمتر فانحراف الخط β H في الشعري يوافق زيادة طول الموج = 1.06×10^{-6} او $\frac{415}{1000000}$ من المليمتر فاذا كانت سرعة النور ١٨٥٠٠٠ ميل كل ثانية وطول الموج عند F = $\frac{41750}{1000000}$ من المليمتر فانحراف الخط المشار اليه في الشعري =

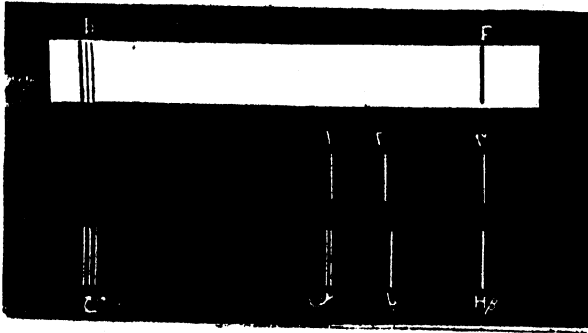
$\frac{0.109 \times 1800}{48750} = 41'4''$ ميلاً كل ثانية وكانت الأرض وقت الرصد ذاهبة عن الشعري ١٢ ميلاً كل ثانية فتبقى للشعري حركة عن الأرض نحو $4'29''$ هذا حسب رصد واحد وحسب رصد آخر كما في القائمة المذكورة آنفاً

(٢٧٤) من رصد النجوم المزدوجة المختلفة اللون قد ظهر ان اختلاف اللون حاصل من اختلاف المواد المشتعلة فيها فاذا قابلنا بين طيف α الجاثي (شكل ١٦٨) وطيف β الدجاجة وطيف الشعري البائية يظهر اختلاف خطوطها وبالنسبة لاختلاف موادها



شكل ١٦٨ طيف α الجاثي

(٢٧٥) اما السدام فقد رُصد كثير منها بالسيكتروسكوب فتتحقق كون بعضها هيدروجيناً حامياً الى درجة الانارة وقد تأيد بذلك رأي لابلاس السدي المذكور آنفاً (صفحة ٢٤٩) فاذا كان الطيف الحاصل من الجسم النير متصلاً فيو كل اللون اي شعاع على كل درجة من قابلية الانكسار نقطتها خطوط سود فالمادة النيرة جامد او سيال حام الى درجة الانارة خلاف الطيف الحاصل من غاز نير فانه مؤلف من بعض الخطوط النيرة فقط . مثالة (شكل ١٦٩)



الخط ١ في طيف سديم يوافق خط النيتروجين من الطيف الشمسي والخط ٢ يوافق $H\beta$ او F من خطوط فراونهوفر والخط ٣ لا يوافق مادة ارضية معروفة ولكنه قريب الى خط من خطوط الباريم

شكل ١٦٩

اما السدام السيارية فيرى فيها بالكاد

طيف متصل وذلك دليل على كونها ذات نواة جامدة او سيالة او مؤلفة من قطع مادة صغار متفاربة نحو المركز فقد قسم هجنس السدام الى نوعين

(١) سدام في طينها خط فاكثر من الخطوط اللامعة

(٢) سدام طينها بالظاهر متصل بدون خطوط

فن النوع الاول هذه هي منيرة حسب قائمة سربوحنا هرشل

٢٢٤٢	٤٥٧٢	٤٩٦٤	٤٣٧٢
	٤٤٩٩	٤٥٣٢	٤٣٩٠
	٤٨٢٧	١١٨٩	٤٥١٤
	٤٦٣٧	٢١٠٢	٤٥١٠
	٢٨٥	٤٢١٤	٤٦٢٨
	٢٨٦	٤٤٠٢	٤٤٤٧

ومن النوع الثاني

٤٦٢٥	٤٢٥٦	٢٨٤١	٤٦٧٨	٤٢٩٤
٤٦٠٠	٤٢١٥	٢٤٧٤	١٠٥	٤٢٤٤
٤٧٦٠	٤٢٥٧	٢٦٣٦	٢٠٧	١١٦
٤٨١٥	٤٤٢٧	٤٠٥٨	٥٧٥	١١٧
٤٨٢١	٤٤٤١	٤١٥٩	١٩٤٩	٤٢٨
٤٨٧٩	٤٤٧٣	٤٢٢٠	١٩٥٠	٨٢٦
٤٨٨٣	٤٨٨٥	٤٢٢٨	٢٥٧٢	٤٦٧٠
	٤٥٢٦	٤٢٢٤		

السدبم ٤٩٦٤ في طبقه اربعة خطوط نيرة اثنان منها لهيدروجين وواحد لنيتروجين
السدبم الحلقي في الشلياق ٤٤٤٧ في طبقه خط واحد لامع وهو لنيتروجين
السدبم الكبير في الجبار ١٨٩ في طبقه ثلاثة خطوط نيرة الواحد لنيتروجين وآخر لهيدروجين
وقد حكى بعضهم عن خط رابع لهيدروجين
(٢٧٦) اما ذوات الاذئاب فقلما ظهر منها ما يمكن فحصه بالسيكترسكوب منذ اكتشاف
هذه الطريقة غير ان العلامة دوناتي في فيورنسا فحص المذنب الاول لسنة ١٨٦٤ فوجد طبقه
ثلاثة خطوط نيرة

وقد فحص سكي وهجنس مذنب تمبل ١٨٦٦ ك^٢ فكان طبقه متصلاً ضعيفاً راي سكي فيه ثلاثة
خطوط نيرة وراى هجنس خطاً واحداً فقط على منتصف البعد بين b و F ولم يوافق احدها خطوط
السدبم في الجبار وفي سنة ١٨٦٦ و ١٨٦٧ فحص هجنس مذنين صغيرين فكان نورهما مثل نور
مذنب تمبل اي بعضه ذاتي وبعضه منعكس وقد ظهر في بعضها خطوط الكريون . جملة ما علم بهنك
الواسطة ان نواة المذنب بعض نوره ذاتي حاصل من مواد صغار غير متلاصقة وبعضه منعكس

اما ذنبه وشعره فنورها منعكس وكل ما قرب الى الشمس تحول تلك الدقائق الصغار الى بخار
اما النيازك والشهب فقد تحقق كونها مواد جامدة في حالة الاشتعال

مضافات

في الساعات والايام والاسبوع والشهور والسنة الخ

(٢٧٧) الساعات . اليوم مقسوم الى ٢٤ ساعة والساعة ٦٠ دقيقة والدقيقة ٦٠ ثانية ولا
سبيل الى معرفة اصل هذا الانقسام من تلقاء قدمه غير ان بعض الشعوب عدوا الساعات من ١
الى ٢٤ واخرون من ١ الى ١٢ مرتين اما ابتداء اليوم فعند اليهود واهل الصين والاثينويين القدماء
والشرقيين عموماً واهل ايطاليا فمن غياب الشمس ولا سبيل لضبط الساعات على هذا الحساب كما
نقدم (ع^{٥٧} الخ) اما اهل بابل واشور والفرس واليونان واهل الجزائر البليارية فمن الشروق
اما هيرخوس (ق م ١٥٠) فشرع بحسب اول اليوم من نصف الليل وقسمه الى قسمين كل
قسم ١٢ ساعة وهذا الحساب سلك عليه كوپرينيكوس وهو المعتمد عليه في كل اقسام العالم المتقدمة
غير انه يقتضي تعين الساعة هل هي بين نصف الليل والظهر (ق ظ) او بين الظهر ونصف الليل
(ب ظ) والمصريون حسبوا اول يومهم عند مرور الشمس بالهاجرة وتبعهم في ذلك بطلبيوس وكل
علماء الهيئة في كل عصر فاليوم المدني يسبق اليوم الفلكي ١٢ ساعة كما تقدم (صحيحة ٢٧) وعلى كل
حال اليوم هو قاعدة حساب الوقت وسائر اقسام الوقت هي اما كسر يوم او عد يوم واذ ذاك
فيقتضي ان يكون ثابتاً لا يتغير وان يتمكن من الضبط عليه

(٢٧٨) الاسبوع . لا يعرف اصل انقسام الوقت الى اسابيع من تلقاء قدمه غير انه اشير
اليه في اول سفر التكوين تذكراً لعل الخليفة وهو عد قريب للايام في سنة شمسية اي ٣٦٥ لان
 $52 \times 7 = 364$ وهو ربيع الشهر القمري

ذكر الفصل الروماني ديون كاسيوس (ب م ٢٢٩) ان المصريين القدماء اعتمدوا على
الاسبوع ومنهم نقل الى اليونان وغيرهم وانهم سمو الايام السبعة على اسماء السيارات (١) زحل (٢) المشتري
(٣) المريخ (٤) الشمس (٥) الزهرة (٦) عطارد (٧) القمر وكل ساعة من الاربع والعشرين
لواحد من السيارات مبتدئاً بزحل فانقسم اليوم الى سباعيات ولكن ٢٤ لان فيها ٧ فاذا ابتدئ

بزحل ٧ ثم المشتري ١٤ ثم المريخ ٢١ ثم الشمس ٢ من اليوم التالي ثم الزهرة ١٠ ثم عطارد ١٧ ثم القمر ٢٤ فيقضي الساعة الاولى من كل يوم لكل واحد من السبارات على هذا الترتيب

(١) زحل (٢) الشمس (٣) القمر (٤) المريخ (٥) عطارد
(٦) المشتري (٧) الزهرة

وهذا الترتيب حفظه الرومانيون فسموا ايام الاسبوع

(١) يوم زحل (السبت) (٥) يوم عطارد (الاربعاء)
(٢) " الشمس (الاحد) (٦) " المشتري (الخميس)
(٣) " القمر (الاثنين) (٧) " الزهرة (الجمعة)
(٤) " المريخ (الثلاثاء)

ومن هذه التسمية تسمية ايام الاسبوع في كل اللغات الاوروبية

(٢٧٩) الشهور. عند الشعوب غير المتقدمة الاعتماد على الشهر القمري ولا يعرفون آخر

وعند تقدم شعب في التمدن لا بد من الاعتماد على شهر غير القمر لاجل عدم موافقة الشهر القمري السنة الشمسية والشهر القانوني اما ٣١ يوماً واما ٣٠ يوماً واما ٢٨ يوماً فشهرا شباط له ٢٨ يوماً في السنين الاعتيادية و٢٩ في السنة الكبيسة والاشهر ذات ٣٠ يوماً هي نيسان وحزيران وابلول وتشرين الثاني وسائرها ذات ٣١ يوماً فاذا عرفت اول يوم السنة من الاسبوع يمكنك ان تحسب اي يوم من الشهر يومك بهذه القاعدة

١ ك من الاسبوع هو ا

٢ نيسان ونموز

٣ ايلول وك

٤ حزيران

٥ شباط واذاروت

٦ آب

٧ ايار

اليوم الاخير من السنة الاعتيادية هو نفس اليوم الاول منها اما اليوم الاخير من السنة الكبيسة فاليوم الواقع بعد اليوم الاول منها والسنة الاعتيادية ٥٢ اسبوعاً ويوم واحد والكبيسة ٥٢ اسبوعاً ويومان

(٢٨٠) ان القدماء حسبوا السنة ٣٦٥ يوماً ولا بعد هذه الكمية الا ٥ او ٧٢ فيقضي ان

تُقسم السنة الى ٧٢ قسمًا كل قسم ٥ ايام او الى ٥ اقسام كل قسم ٧٢ يومًا وذلك لايوافق اغراض الناس كما يتضح من عدم اصطلاحهم على هذا الانقسام منذ الابتداء الى الآن فلا بد من انقسام السنة الى اقسام متساوية مع بقية تضاف في آخرها كما فعل المصريون اي ١٢ شهرًا كل شهر ٣٠ يومًا وإضافة خمسة ايام في آخر السنة او انقسام السنة الى عدة اقسام غير متساوية كما فعل اليهود قسموا السنة الى اشهر بعضها ٣٠ يومًا وبعضها ٢٩ يومًا وإضافوا ٢٩ يومًا كل سنة رابعة وبعض شعب اليونان حسبوا الاشهر ٣٠ يومًا و ٢٩ يومًا دوليك وإضافوا ٣٠ يومًا كل سنة رابعة فشهر ٣٠ يومًا سُمي ملانًا وشهر ٢٩ سُمي اجوف

(٢٨٢) اما الرومانيون فقسموا السنة ١٠ اشهر لاربعة منها ٣١ يومًا ولبقية منها ٣٠ يومًا والجملة ٣٠٤ ايام واذا وجد هذا الانقسام غير حسن اضاف الملك نوما شهرين اي ك' وشباط الاول في الآخر السنة والثاني في اول السنة ولكي تطابق السنة الشمسية اضاف نوما اليها ٥١ يومًا وذلك كثير لشهر واحد وقليل لشهرين فاستطاع يومًا من كل شهر ذي ٣٠ يومًا وفي سنة و ٥١ = ٦ + ٥٧ فانقسم ٥٧ يومًا شهرين وترتبت على هذا النسق

ك'	٢٩ يومًا	تموز	٣١ يومًا
شباط	٢٨ "	آب	٢٩ "
اذار	٣١ "	ابلول	٢٩ "
نيسان	٢٩ "	ت'	٣١ "
ايار	٣١ "	ت'	٢٩ "
حزيران	٢٩ "	ك'	٢٩ "

٢٥٥

ولم تنزل السنة قصيرة ١٠ ايام فاضاف شهرًا ذا ٢٢ او ٢٣ يومًا كل سنة ثانية السنة الهجرية ١٢ شهرًا فمريًا ٣٠ و ٢٩ يوما دوليك بدون طريقة لاصلاح الخلل فهي قاصرة عن الشمسية $\frac{1}{4}$ ١١ يومًا

(٢٨٣) من اقدم الوسائل لاجل قياس مرور الوقت وانقسامه العلم القائم على سطح مستوي يوازي الافق فيدل على مرور الوقت بانتقال ظل و من العلم تقدم الناس الى اصطناع المزاوِل اي يتوجه العلم نحو قطب السماء الشمالي وعلى قول المؤرخ هيرودوط ادخلت المزاوِل الى بلاد اليونان من بلاد الكلدان ثم اخترع كتيبيوس من الاسكندرية ساعة تدل على مرور الوقت بمرور كمية من الماء في انبوبة على قطر معلوم ثم اخترعت الساعة الرملية ثم استخدم هيجنس الرقاص سنة ١٦٥٦

ومن ذلك الوقت صار عليه الاعتماد للدلالة على الوقت وإعانة للعامة بصنع المنهاج السنوي حاي وقت الشروق والغياب للشمس والقمر وأوقات أوجه القمر ومواقع السيارات وما يشبه ذلك من الأمور المفيدة

المنهاج الكنائسي هو لتعيين أيام الأعياد غير الثابتة في بعض الكنائس فان بعض الأعياد مثل عيد ماري اندراوس وعيد الميلاد الخ تقع في يوم معين من الشهر كل سنة وبعض الأعياد مثل عيد الفصح يتغير موقعه من سنة الى سنة

ان عيد الفصح عند اليهود هو في الشهر الأول في ١٤ الشهر عند المساء انظر خروج ١٢: ١٨ وشهرهم قمري وقد صلب المسيح على عيد الفصح فصار ذلك العيد عند المسيحيين نقلاً ايضاً ثم في القرن الثاني وقعت مشاجرة من جهة وقت إقامة هذا العيد فاخارت الكنيسة الشرقية ان تقيمه في اليوم الرابع عشر من الشهر الأول اليهودي والغربية اخارت ان يتدعى العيد في الليلة قبل صباح قيامة المخلص لانه على الأول كان العيد يقع أحياناً كثيرة في غير يوم الاحد من أيام الأسبوع وبقي الاختلاف الى الثامن المجمع النيقاوي سنة ٣٢٥ م تحكم المجمع ان يقام العيد في يوم الاحد التابع البدر الواقع بعد ٢١ اذاراي الاعتدال الربيعي فان وقع البدر في اليوم الحادي والعشرين يكون البدر التالي بدر الفصح وان وقع ذلك البدر يوم الاحد يكون الاحد التالي احد الفصح

ولا يعتمد في هذا الحساب على الشمس الحقيقية ولا على القمر الحقيقي بل على الشمس الوهمية والقمر الوهمي المعروف بالقمر الكنائسي (صفحة ١٤٠) فقد يحدث ان وقوع العيد لا يوافق القاعدة المذكورة مثالة ان حصل استقبال الشمس الحقيقية والقمر الحقيقي في ٢١ اذار ١١٥٩ واستقبال الشمس والقمر الاوسطين بعد ذلك ٢ فباعبار الثاني يتاخر العيد ثمانية ايام ولا سبيل هنا للبحث في هذا الامر الذي في الحقيقة لا طائل نجهه ولا بهم الاكنايسيين اورهباناً متفرغين لمنازعات فارغة مثل هذه

جداول مبادي السيارات

طول السيار الشمسي π = طول نقطة الراس Ω = طول القنطة الصاعدة الشمسي ω = ميل فلك على دائرة البروج φ = مبانة ϵ جيبها الطبيعي

تغير فريقي	تغير فريقي Ω	تغير فريقي π	ϵ	φ	ω	π	λ	سمت	اسم
" ١٨ ١٨٢٨ +	" ٧٨٣ ٢٧ -	" ٦٤٣ ٥٦ +	" ٢٠ ٥٤ ٩٢٥	" ٥٥ ٤٩ ١١	" ٥ ٠ ٧	" ٤٣ ٢٠ ٧٤	" ١٦ ١١ ٢	♂	عطارد
٤ ٥٥ ٢٢ -	١٨ ٦٩ ٨٠ -	٢ ٦٧ ٦٠ -	" ٠ ٠ ٦٨ ٧٢٢	٢٧ ٢٢ ٠	٢٩ ٢٢ ٢	٦ ٤٣ ١٢ ٨	٥ ٦ ٤٤ ١٤ ٦	♀	الزهرق
" ١٥ ٢٢ -	" ٣٢ ٨ ٤٤ -	١١ ٧٧ ٨١ +	" ٠ ١ ٦ ٧ ٩ ١ ٧	٤٣ ٥٧ ٠	" ٠ ٠ ٠	٢٩ ٢٠ ٩٩ ٢٠ ٥٣ ١٠٠	٥ ٣ ١٠٠	♂	الارض
٢٢ ٦ ٠ ٨٧ -	١٥ ٧٧ ٥٧ -	١٥ ٨٣ ٤٣ +	" ٠ ٩ ٣ ١ ١ ٢ ٥	٢٥ ٢٠ ٥	٦ ٥ ١ ١ ٢ ٨ ٥ ٩	٥ ١ ٢ ٢ ٣ ٢ ٢ ٤ ٥	٥ ٢ ٢ ٢ ٤ ٥	♂	المرنج
١٥ ٥ ١ ٤١ -	٢ ٢ ٦ ٤ ٦ -	٦ ٦ ٣ ٨ ٦ +	" ٠ ٤ ٨ ١ ٦ ٢ ٦	٢٧ ٤٥ ٢	١٨ ١ ٤ ٥ ٢ ٥	٢٨ ٢٨ ٧	١ ١ ٤ ٩ ٥ ٤ ٨ ١	♂	المشتري
٢ ١ ٤ ٢ ١ +	٢ ٢ ٦ ٦ ٨ ٦ -	١٩ ٤ ٣ ٠ ٧ +	" ٠ ٥ ٦ ١ ٥ ٠ ١	٦ ١ ٢ ٢	٢ ٩ ٢ ٦ ٢ ٩ ٢	٢٠ ٨ ٨ ٩ ٢ ٩ ٦	٦ ١ ٢ ٢ ٢	♂	زحل
٢ ١ ٤ ٢ ١ +	٢ ٢ ٦ ٦ ٨ ٦ -	٢ ٢ ٨ ٦ ٢ +	" ٠ ٤ ٦ ٦ ٦ ٨ ٦	٢٣ ٤٠ ٢	٢ ٢ ٨ ٤ ٦ ٠	٢ ٢ ٤ ٣ ٠ ١ ٦ ٧ ٢ ٧ ٢ ٠ ١ ٦ ٧	٢ ٢ ٤ ٣ ٠ ١ ٦ ٧ ٢ ٧ ٢ ٠ ١ ٦ ٧	♂	ورانوس
?	?	?	" ٠ ٠ ٨ ٧ ١ ٢ ٥	٥ ٨ ٢ ٩ ٠	٥ ٩ ٤ ٦ ١ ٥ ٢ ٦ ١ ٣ ٠	٢ ٧ ١ ٤ ٤ ٧ ٥ ٨ ٨ ٢ ٢ ٥	٨ ٢ ٢ ٥	♂	نبتون

جداول مبادي السيارات

بعد عن شمس			مكة قانونية	مكة اعندالية	مكة نجمية	حركة يومية شمسية	نصف قطر اعظم I = ⊕	تغير قرني ع	سمت
اوسط	اقرب	اعظم							
٢٥٩٩٢٦٢٨	٢٨١١٩٧١٦	٤٢٦٦٥٥٦٠	١١٥' ٨٧"	٨٧' ٩٦٨"	٨٧' ٩٦٩"	٢٢' ٥٠"	٢٨٧.٩٨٥	٢٨٦٧+	♂
٦٦١٤١٤٧٨	٦٥٦٧٧٠.٩	٦٦٥٨٥٩٤٧	٥٨٣' ٩٢"	٢٢٤' ٦٩٥"	٢٢٤' ٧٠٠"	٧٢٦	٧٢٢٢٣١٧	١١٧١١-	♀
٩١٤٣٠.٢٢٠	٨٩٨٩٤٩٥١	٩٢٩٦٥٤٨٩		٢٦٥' ٢٤٢"	٢٦٥' ٢٥٦"	٨٥٩	١.	٤١٦٢٢+	⊕
١٢٩٢٣١٢٢٢٦	١٢٦٢٤٠.٥١٦	١٥٢٢٨٣٩٢٦	٧٧٩' ٨٢"	٦٨٦' ٩٢٩"	٦٨٦' ٩٧٩"	٢٦٢١	١' ٥٢٣٦٩١	١٧٦+	♂
٤٧٥٦٩٢١٤٩	٤٥٢٧٨٢٥٢٠	٤٩٨٦٠.٢٧٦٨	٢٩٨' ٨"	٤٢٣. ٦١٠	٤٢٣' ٥٨٤	٥٩٤	٥' ٢. ٢٧٩٨	١٥٩٢٥٠+	♂
٨٧٢١٢٤٥٨٣	٨٢٣١٦٤١٢٩	٩٢١١٠.٥٠٢٧	٢٧٨' .	١. ٧٤٦' ٧٣٢	١. ٧٥٩' ٢١٩	٢	٩' ٥٢٨٨٥٢	٢١٢٤.٢-	♂
١٧٥٢٨٥١.٥٢	١٦٧٢٠٠.١٢٩٦	١٨٣٥٧٠. ٨٢٥	٢٦٩' ٧"	٢٠٥٨٩' ٢٥٧٢	٢٨٦' ٨٢٠	٤٢	١٩' ١٨٢٧٣٠	٢٥. ٧٢-	♂
٢٧٤٦٢٧١٢٢٢٢	٢٧٢٢٢٢٢٢٥١٢٠	٢٧٧. ٢١٧٣٤٤	٢٦٧' ٥"	٥٩٧٤٢' ٧١٠	٦٠١٢٦' ٧١٠	٢١	٢٠. ٢٦٢٨٠	?	♂
٢٢٨٨٣٣ ⊕	من ٢٢٥٧١٩ ⊕	من ٢٥١٩٤٧ ⊕	من ٢٩' ٥٢. ٥٨"	٢٧' ٢٢١٥٨	٢٧' ٢٢١٦٦	٢٥١. ١٢			♂

فطر	فطر ظاهر			بعد عن الأرض عن أسفل للسفلى			بعد عن الأرض عند أعلى للسفلى			
	من ④	من الأرض		اوسط	اقل	اعظم	اوسط	اقل	اعظم	
		اوسط	اقل							اعظم
1 = ④	اوسط	اوسط	اقل	اعظم	اوسط	اقل	اعظم	اوسط	اقل	اعظم
٠.٣٧٤	١٧٣	٨٧	٤٥	١٣٩	٥٦.٣٧٥٨٣	٤٧٣٢٩٣٩١	٦٤٨٤٥٧٧٤	١٣٦٨٣٢٨٥٨	١١٨.١٤٦٦٧	١٣٥٦٣١.٤١
٠.٩٤٨	٣٣٤	٢٨١	٩٧	٦٦٥	٢٥٢٩٨٧٤٣	٣٣٠.٩٠٠٤	٢٧٣٨٨٤٨	١٥٧٥٦٦٦٩٨	١٥٥٥٧١٩٦٠	١٥٩٥٥٤٣٦
١.٠٠٠	١٧٩									
٠.٦٣١	٧٣	١٧٣	٤١	٣٠٤	٤٧٨٨٣.٦٠	٢٦٣٨٧٩٨٥	٣٣٣٧٥.٢٨	٢٣٠٧٤٢٤٦	٢٦٦٣٥٤٦٨	٢٤٥٢٤٩٤٣٥
١.١٥٣	٣٨٣	٤٠٧	٣٠٨	٥٠٧	٢٨٤٢٦٣٩٢٩	٤.٨٧.٨٨١٧	٣٥٩١٧٠٤١	٥٦٧١٢٣٣٦٩	٥٤٢٦٧٧٤٨	٥٩١٥٦٢٥٧
٩.٧٣	١٧٠	١٧٥	١٤٦	٢٠٣	٧٨.٧.٤٣٦٥	٨٢١٢١.٠٧٦	٧٣.١٩٨٦٥٠	٩٦٣٥٦٤٨.٣	٩١٣.٥٩.٩٠	١٠٤.٧.٥١٦
٤.١٦٧	٣٩	٣٩	٣٥	٤٣	١٦٦٢٤٢.٨٣٢	١٧٤٥٨.٥٨٧٤	١٥٧٩.٣٥٧٩	١٨٤٥٢٨١٢٧٣	١٧٦١٨٩٦٢٣٠	١٩٢٨٢٦٦٢١٤
٤.٦٢١	٢٨	٢٨	٢٦	٢٩	٢٦٦٥٤٨٤١.١٢	٢٦٢٢٩٣٥٩٦٢١	٢٦٨.٣٢٢٣٩٣	٢٨٣٧٧.١٤٥٢	٢٨١٢٢٢٣.٠٧١	٢٨٦٣١٨٢٨٢٨٣
٠.٥٨٣		٢٣	٣١	٣٥						
٠.٢٠٧	٤٧٣	٢٦	٢٩	٣١						

[illegible]

قائمة نجوم مزدوجة

تنبيه. في عمود الوضع العلامة + دالة على حركة مستقيمة و- على حركة منتهكة ب قائمة
بمانسي والعدد بعد ذلك ساعة ص م

عدد في	ص م	سنة	بعد
عدد اسم النجم	قائمة ستروف ١٨٦٠ او ١٨٦٥ ميل	+ ١٨٠٠ قدر	وضع بينهما
١	٢١٦ قيناوس	٢٠ ١٣ + ٧٨ ٥٦ ٦٥ ٦٦ - ٥٦ ٢٩٥ ٢٨	
٢	٢١٨ قيناوس	١٢ ٨ ١٨ + ٧٦ ١٠ ٧٣ ٦٦ - ٥٦ ١٠٣ ٥٠	
٣	ذات الكرسي	٦٠ ٥٢ ٤٠ + ٥٧ ٦٠ ٦٥ ٧١ - ٥٩ ١٢٥ ٧٥	
٤	المرأة المسلسلة	٧٣ ٢٦ ٤٧ + ٩٢٢ ٥٢ ٦٦ ٧ + ٥١ ٢٤٩ ٢١	
٥	٢٥١ ب. الحوتين	٢٩ ٥٢ + ٢٢ ٥٢ ٨ ٩ + ١٠ ٢٠٥ ١٨٨	
٦	٤٢ قبطوس	١١٢ ١٢ ١٢ ٥٢ - ١٤ ١٤ ٦٢ ٨ + ٢٢ ٢٤٣ ٢٧	
٧	١٢٢ ب. الحوتين	١٢٨ ٥٩ ٢٨ ٦ + ٥٧ ٦٢ ٦٢ ٨ + ٦٩ ٢٨ ٥٧	
٨	٢٠٩ ب. ا	٤٧ ١٨٦ + ٥٩ ٥٧ ٧١ ٧١ + ٥٢ ٨٧ ٤٢	
٩	α	٢٠٢ ٢٥٥ ٢ + ٢٦ ٦٥ ٦٥ - ٧٦ ٢٢٥ ٢٢	
١٠	المرأة المسلسلة اب	٢٠٥ ٢٧٥٥ + ٤١ ٤٠ ٦٥ ٢١ - ٤٢ ٦٢ ٢٦	
١١	" " " " " " " " ب ج	" " " " " " " " ٢٥ ٦٢ - ٧٧ ١٠٥٩	
١٢	٢٥٩ " "	٢٢٨ ٥٢ ٦ + ٤٦ ٥٠ ٦٢ ٧٧ + ٥٢ ٢٨ ٢٨	
١٣	٢٥٧ S فرساوس	١٢ ١٥ ٢ ٢٥٧ + ٥٥ ٦٢ ٧ ٨ + ٥٢ ١٨٢	
١٤	ذات الكرسي اب	٢٦٢ ١٧ ٢ ٢٥ + ٢٢ ٤٦ ٦٢ ٤١ - ٨٧ ٢٦٥ ٩٢	
١٥	٢٧٨ S " "	٢٧٨ ٢٥ ٢ ٢٦ + ٤١ ٥٧ ٨ ١ - ٦٧ ٦٧ ٤٠	
١٦	١١٤ الحمل		
١٧	ز	٢٢٢ ٥١ ٢ ٢٩ + ٢٠ ٤٧ ٦٦ ٦٠ + ٦٠ ١٩٩ ١٤	
١٨	٧ الثور اب	٤١٢ ٢٦ ٢ + ٢٢ ٥٩ ٦٥ ٦٦ - ٩٧ ٢٦١ ٤٥	
١٩	٩٨ ب. النهر	٢٩ ٢٩ ٢ + ٨٢ ٤٥ ٦٦ ٩ + ٢٢٥ ٢٣٥ ٦٠	
٢٠	٩٢ S قيناوس	٤٦ ٤٦ ٢ ٤٨ + ٨٠ ١٨ ٦٢ ٥١ - ٦١ ١٥ ٧٠	
٢١	٥١١ S الزرافة	١٤ ٦ ٤ ١٢ + ٥٨ ٢٦ ٦٢ ٧ - ٧ ٢٩٤ ٧	

عدد اسم النجم	عدد في	ص م	سنة	بعد
قائمة ستروف ١٨٦٠ او ١٨٦٠ ميل	١٨٠٠ +	قدر	وضع	بينها
٢٣٠ الثور	٥٥٤	٤ ٤٢ ١٥ + ١١ ٠ ٠	٦٣ ٠ ٠ ١١ + ٨ ١ ٠ ٠	١ ٧٣ ٢٤٢ ٢٨ - ٨ ١ ٠ ٠
٢٣٢ الزرافة	٥٦٦	٤ ٦٢٨	١٤ ٠ ٥٢ + ٦٣ ١ ٤ ٠ ٥٢ - ٧ ١ ٠ ٠	١ ٦٨ ٢٩٩ ٥٢ - ٧ ١ ٠ ٠
٢٤٢ S٥٧٧ مسك الاعة٧٧	٥٧٧	٤ ٤٨ ٢٢	١٤ ٠ ٢٧ + ٦٣ ١ ٤ ٠ ٢٧ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٢٥٠ الجبار	٥	٢ ٢٦ ١٧	٢ ٢٦ ١٧ ٢ ٢٦ ١٧ ٢ ٢٦ ١٧ ٢ ٢٦ ١٧	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٢٦٢ اللنكس اب	٩٤٨	٦ ١٨ ٢٤	١٨ ٢٤ ١٨ ٢٤ ١٨ ٢٤ ١٨ ٢٤ ١٨ ٢٤	١ ٧٣ ١٢٨ ٥٧ - ٦ ١ ٠ ٠
٢٧٢ " " اج	"	"	"	"
٢٨٢ الشعري البانية	٦	١٢ ٢٩	١٢ ٢٩ ١٢ ٢٩ ١٢ ٢٩ ١٢ ٢٩ ١٢ ٢٩	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٢٩٢ S٩٢٢ التوأمين	٩٢٢	٦ ١٢ ٢٩	١٢ ٢٩ ١٢ ٢٩ ١٢ ٢٩ ١٢ ٢٩ ١٢ ٢٩	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٣٠٢ " "	٩٨٢	٦ ١٤ ٧	١٤ ٧ ١٤ ٧ ١٤ ٧ ١٤ ٧ ١٤ ٧	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٣١٢ S١٠٢٧	١٠٢٧	٧ ١٠ ٢٧	١٠ ٢٧ ١٠ ٢٧ ١٠ ٢٧ ١٠ ٢٧ ١٠ ٢٧	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٣٢٢ " "	١١١٠	٧ ١١ ١٠	١١ ١٠ ١١ ١٠ ١١ ١٠ ١١ ١٠ ١١ ١٠	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٣٣٢ S١١٥٧ وحيد القرن	١١٥٧	٧ ١١ ٥٧	١١ ٥٧ ١١ ٥٧ ١١ ٥٧ ١١ ٥٧ ١١ ٥٧	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٣٤٢ ٨٥ اللنكس	١١٨٧	٨ ١١ ٨٧	١١ ٨٧ ١١ ٨٧ ١١ ٨٧ ١١ ٨٧ ١١ ٨٧	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٣٥٢ ك السرطان اب	١١٩٦	٨ ١١ ٩٦	١١ ٩٦ ١١ ٩٦ ١١ ٩٦ ١١ ٩٦ ١١ ٩٦	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٣٦٢ " " اج	"	"	"	"
٣٧٢ ٤ الشجاع	١٢٧٣	٨ ١٢ ٧٣	١٢ ٧٣ ١٢ ٧٣ ١٢ ٧٣ ١٢ ٧٣ ١٢ ٧٣	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٣٨٢ ١٥٧ اللنكس	١٢٣٨	٩ ١٢ ٣٨	١٢ ٣٨ ١٢ ٣٨ ١٢ ٣٨ ١٢ ٣٨ ١٢ ٣٨	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٣٩٢ من الاسد	١٢٥٦	٩ ١٢ ٥٦	١٢ ٥٦ ١٢ ٥٦ ١٢ ٥٦ ١٢ ٥٦ ١٢ ٥٦	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٤٠٢ اب ٩ السدس	١٢٧٧	٩ ١٢ ٧٧	١٢ ٧٧ ١٢ ٧٧ ١٢ ٧٧ ١٢ ٧٧ ١٢ ٧٧	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٤١٢ ٨ السدس	٦٤٥	٩ ٦٤ ٥	٦٤ ٥ ٦٤ ٥ ٦٤ ٥ ٦٤ ٥ ٦٤ ٥	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٤٢٢ ٧ الاسد	١٤٢٤	١٠ ١٤ ٢٤	١٤ ٢٤ ١٤ ٢٤ ١٤ ٢٤ ١٤ ٢٤ ١٤ ٢٤	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٤٣٢ ١٤٠ الاسد	١٤٢٦	١٠ ١٤ ٢٦	١٤ ٢٦ ١٤ ٢٦ ١٤ ٢٦ ١٤ ٢٦ ١٤ ٢٦	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٤٤٢ S١٤٥٧ السدس	١٤٥٧	١٠ ١٤ ٥٧	١٤ ٥٧ ١٤ ٥٧ ١٤ ٥٧ ١٤ ٥٧ ١٤ ٥٧	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٤٥٢ S١٥١٦ التنين	١٥١٦	١١ ١٥ ١٦	١٥ ١٦ ١٥ ١٦ ١٥ ١٦ ١٥ ١٦ ١٥ ١٦	١ ٦٣ ٢٦٥ ٥٠ - ٨ ٧ ١ ٠ ٠
٤٦٢ ٩٠٠ الدب الاكبر	"	"	"	"

عدد اسم النجم	عدد في	ص م	سنة	بعد
قائمة سترووف ١٨٦٠	ميل	١٨٠٠+	قدر	وضع بينها
٥٧٢ الأكليل الشمالي أج ٢٠٣٢	٩٠١٦	٢٧	٢٤	١٢٢٢ ٥٥ ١١ ٢٥ ٨٨ ٤٩ ٤٠
٧٣ α العنبر	١٦ ٧٢١	٢٠	٧٨	١ ٦٦ ٨ ١٠٠ ٢٧٢ ٩٠
٧٤ λ الحاري	٢٠٥٥	٢٢٤	١٦ ٢+	١٦٨ ٦٥ ٤ ٦ ٢٦ ٢٥ ١٠١
٧٥ ζ الجاني	٢٠٨٤	١٦ ٢٦ ١٢	٢١+	٥٠ ٦ ٦٦ ٢ ٢٢ ٢٢ ٨٢
٧٦ S٢١٠٦ الحاري	٢١٠٦	١٦ ٤٤	٢٠+	٢٩ ٦٢ ٦ ٨ ٢٢ ٢٠ ٥٠
٧٧ ١٦٧ الجاني	٢١٠٧	١٦ ٤٦	١٨+	٢٨ ٥٤ ٦٥ ١٦ ١٨٩ ٢٨ ٩٣
٧٨ ٢٧٠ ب ١٦ الحاري	٢١١٤	١٦ ٥٢	١٨+	٢٩ ٥٩ ٧ ٨ ١٤٧ ٢١ ٢١
٧٩ ٢١٠ الجاني	٢١٢٠	١٦ ٥٩	٢٨+	٢٨ ١٧ ٦٦ ٩ ٢٧٢ ٢٠٦
٨٠ μ الثنين	٢١٢٠	٢١٧	٢٢	٢٢ ٥٤ ١٠٢ ٢٩ ٤ ٢١ ٢٧٩
٨١ α الحاري	٢١٧	١	٢٦	٢٣ ٥ ٢٢ ٢٢ ٤٧ ٢١٢ ٢٢٢
٨٢ δ الجاني	٢١٢٧	٢٩	٢٥+	٢٦ ٤ ١٧٩ ١٨ ٢٠
٨٣ ρ الجاني	٢١٦١	١٩ ١٧	٢	٢٧ ٤ ١٦ ٢٢ ٤ ١٠ ٢٠ ٢١
٨٤ S٢١٧٣ الحاري	٢١٧٣	١٧ ٢٤	١٢	٥٨ ٥٨ ٧ ٢٢ ٥ ٨٤
٨٥ μ' الجاني ب ج	٢١٧	٤١	٢٨+	٤٨ ٦٥ ١٠ ١١ ١١ ٧٩ ٨٢
٨٦ π الحاري	٢٢٢٢	١٧ ٥٥	٤٢	٨ ١٠ ٦٦ ٥ ٦ ٢٤ ٨ ٦٠
٨٧ γ الحاري	٢٢٧٢	١٧ ٥٨	٢٧	٢+ ٢٢ ٥ ٢٢ ٦٦ ٤٢ ٧ ١٠ ٢٧
٨٨ α الشلياق	٢٢١٨	٢٠	٢٢ ٢٨+	٢٨ ٢٩ ٢٢ ٦٥ ١١ ١٢ ١٥ ٤٦
٨٩ ε ^١ (٤)	٢٢٨٢	٢٩ ١٨	٥١	٢٩ ٢١ ٧ ٢١ ٥ ٦ ٢٢ ٢٠ ٢٠
٩٠ ε ^٢ (٥)	٢٢٨٢	"	"	٦٥ ٥ ١٠ ٢٢ ٤٢ ١٤ ٥٦
٩١ S٢٤٠٢ الحية	٢٤٠٢	١٨ ٤٢	١٠+	٢٢ ٥٦ ٨ ١٢ ٢١ ٢١ ٨٩
٩٢ ٢٧٤ ب ^١ السراب	٢٤٢٤	١٨ ٥٥	٢٦	٥٤ ٦٤ ٧ ٨ ٨٥ ١٢ ٢١ ٢٤
٩٣ " " " " ب ج	"	"	"	٦٤ ١٠ ١٠ ٦٢ ٦٠ ٢١ ٧٩
٩٤ S٢٤٥٥ الثعلب	٢٤٥٥	١٩	٥٤	٢١+ ٥٨ ٦٤ ٧ ١٠ ١١ ٥٢ ٢٠
٩٥ ٠٨ ا ب ١٩ الثنين	٢٥٠٩	١٩ ١٥	٢٠	٦٢+ ٥٧ ٦٢ ٧ ٨ ٢٤ ٢٧ ٨٠
٩٦ δ الدجاجة	٢٥٧٩	١٩ ٤٠	٤٤+	٤٨ ٦٦ ٢٢ ١٠ ٢٢ ٢٤ ٨ ١٧

عدد في	ص م	سنة	بعد
عدد اسم النجم	قائمة ستروف ١٨٦٠ او ١٨٦٠ ميل	١٨٠٠ + قدر	وضع بينها
١٧	٢٦٩٦ الدلفين	٢٦٩٦ + ٤٠٠	٢٦٩٦ + ٨٠٠
١٨	الدجاجة	٤١٢٠ + ٤٠٠	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
١٩	الدلو	٢٧٢٩	١٠٧٨٦ + ٨٠٠
٢٠	الفرس الاصفر	٢٧٢٧	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
٢١	" " " " " "	" " " "	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
٢٢	الدجاجة	٢٧٥٨	٢٦٩٦ + ٨٠٠
٢٣	السفينة	١٠٢١	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
٢٤	الفرس	٢٧٩٩	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
٢٥	الفرس	٢٨٧٧	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
٢٦	الدلو	٢٩٠٩	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
٢٧	الفرس	٢٩١٢	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
٢٨	الفرس	٢٩٢٤	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
٢٩	قيفاوس اب	٢٩٢٢	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
٣٠	" " " "	٣٠٠١	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
٣١	الدلو	٣٠٠٨	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠
٣٢	ذات الكرسي	٣٠٦٢	٧٢٠٠ - ٧٢٠٠

قائمة نجوم مزدوجة لم يتحقق كونها مزدوجة حقيقية

١	٤٤	المراة المسلسلة	٢٠٠٠ + ٢٠٠٠	٢٠٠٠ + ٢٠٠٠
٢	١٠	الحل	٢٠٠٠ + ٢٠٠٠	٢٠٠٠ + ٢٠٠٠
٣	٢٢٤	ذات الكرسي	٢٢٤ + ٢٠٠	٢٢٤ + ٢٠٠
٤	٨٤	قيطوس	٢٢٤ + ٢٠٠	٢٢٤ + ٢٠٠
٥	٢٦٧	"	٢٦٧ + ٢٠٠	٢٦٧ + ٢٠٠
٦	٢٢	الجبار	٢٢ + ٢٠٠	٢٢ + ٢٠٠
٧	٧٨٩	الثور	٧٨٩ + ٢٠٠	٧٨٩ + ٢٠٠

عدد اسم النجم	عدد في	ص م	سنة	بعد
٨ ١٤ النكس	٩٦٣ ٦	٤٢٤٠	٤٠٠٥٩+	٦٦ ٦٣
٩ ١٠ الكلب الأكبر	٩٩٧ ٦	٤٩	٤٨ ١٢-	٨١ ٥ ٦٤
١٠ ٢١ اب السرطان	١٢٠٢ ٨	٥٤ ٥	١٦ ١١+	١٠ ٨ ٦٣
١١ ١٢١٦ الشجاع	١٢١٦ ٨	١٢ ١٤	٩ ١-	١٥١ ١٢+
١٢ ١٢٠٦ دب الأكبر	١٢٠٦ ٨	٥٨	٤١ ٦٧+	٩١ ٦١ ٦٣
١٣ ١٢١٦ الشجاع اب	١٢١٦ ٩	٥٤	٥٧ ٦-	١٠ ١ ٥٨
١٤ ١١٠ الشجاع	١٢٤٨ ١	٧٩	٦ ٦+	٧١ ٦٣
١٥ ١٢٥٧ الشجاع	١٢٥٧ ٩	٢١ ٢٠	٩- ٢٢	٥٦ ١٠ ٥٨+
١٦ ١٩١ السنبله	١٦٤٧ ١٢	٢٢ ٢٠	١٠+ ٤٩	١٠ ٨ ٦٣
١٧ ١٧٨١	١٧٨١ ١٢	٢٩ ٦	٥+ ٤٩	٨ ٧ ٦٥
١٨ ٢٢٨ پ ١٢	١٧٨٨ ١٢	٤٢ ٤٧	٧- ٢٢	٦٥ ٦١ ٦٣
١٩ ١٢١ العواء	١٨٢٥ ١٤	١٠ ٦	٢٠+ ٤٧	٨ ٧ ٦٤
٢٠ ٧٠ پ ١٤ الميزان	١٨٢٧ ١٤	١٧ ٦	١١- ١٨	٦٥ ٨ ٦٣
٢١ ١٨٦٣ العواء	١٨٦٣ ١٤	٢٣ ١٨	٥٢+ ١٠	٦٤ ٧ ٧
٢٢ ٤ المحوي	١٨٦٥ ١٤	٢٤ ٢٠	١٤+ ٢٠	٦٥ ١ ٥٤
٢٣ ١٨٨٣ العواء	١٨٨٣ ١٤	٤١ ٥٤	٦+ ٢٣	٦٣ ٧ ٧١
٢٤ ١٩٢٤	١٩٢٤ ١٥	١٢ ٢٤	٤٤+ ٤٨	٦٥ ٨ ٨١
٢٥ ١٩٥٧ الشجاع	١٩٥٧ ١٥	٢٩ ١٨	١٢+ ٢٢	٦٣ ٨ ٩
٢٦ ٢٨١ الجاني	٢١٦٥ ١٧	٢٠ ٤٨	٢٩+ ٢٥	٦٥ ٧ ٨١
٢٧ ٢١٩٩ الثنين	٢١٩٩ ١٧	٢٦	٥٥+ ٥٠	٥٧ ٧ ٧١
٢٨ ٤١٧ الجاني	٢٢٨٩ ١٨	٣ ٥٤	١٦+ ٢٧	٦٣ ٦١ ٧
٢٩ ٢٤٢٧ السهم	٢٤٢٧ ١٨	٥٥ ٤٨	١٨+ ٥٨	٥٧ ٧ ٨١
٣٠ ٢٤٥٤ الشلياق	٢٤٥٤ ١٨	٥٩ ٢٤	٢٠+ ١١	٦٥ ٨ ٩
٣١ ٢٢ الدجاجة	٢٥٢٥ ١٩	٢١ ٦	٢٧+ ٢	٦٥ ٧ ٧١
٣٢ ٢٥٤٤ السر	٢٥٤٤ ١٩	٢٠ ٤٤	٨+ ٠	٦٤ ٧ ٩١

عدد في	ص م	سنة	بعد
عدد اسم النجم	قائمة ستروف ١٨٦٠ أو ١٨٦٠	ميل	١٨٠٠+ قدر وضع بينها
٢٣	S ٢٥٥٦	العلب ٢٥٥٦	١٩ ٢٣ ٢٤ + ٢١ ٠٥٥ ٦٥ ٧ ٧ - ١٦٧ ٧٢
٢٤	S ٢٥٧٦	الدجاجة ٢٥٧٦	١٩ ٤٠ ١٨ + ٢٢ ١٧ ٦٢ ٨٧ ١/٢ - ٨٥ ٢٠ ٢٧ ٢٠
٢٥	S ٢٧٤٤	الدلى ٢٧٤٤	٢٠ ٥٥ ٥٤ + ٠ ٥٩ ٦٢ ٧ ٧ - ١٧٧ ٥٥ ١٠
٢٦	S ٢٧٤٦	الدجاجة ٢٧٤٦	٢٠ ٥٥ ٠ + ٢٨ ٢١ ٦٢ ٩ ٨ + ٢٨٢ ٧٠ ٨٠
٢٧	٢٨٠٤	الفرس ٢٨٠٤	٢١ ٢٦ ٢٠ + ٢٠ ٦٢ ٨٧ + ٥٢ ٢٢ ٢٧ ٢٠
٢٨	S ٢٩٢٨	الدلى ٢٩٢٨	٢٢ ٢٢ ٦٢ - ٢٠ ٥٧ ٨ ١/٢ - ٢٠ ٢٨ ٢١ ٩ ٢٥
٢٩	٢١٩٢٩	الدلو ٢١٩٢٩	٢٢ ٤٠ ٢٦ - ٤ ٥٧ ٦٢ ٨٧ - ١٤٦ ٦٧ ٥٠
٣٠	S ٢٩٧٦	الحوتين ٢٩٧٦	٢٢ ٠ ٢٦ ٥ + ٥٨ ٥١ ٩ ١/٢ + ٢٢ ١٨٢ ٢٢ ١٦
٣١	S ٣٠٤٦	قيطوس ٣٠٤٦	٢٢ ٤٩ ٢٠ - ١٠ ١٦ ٦٤ ٨ ١/٢ + ١٥ ٢٤ ٢٠ ٢٠
٣٢	٣٠٥٠	المرأة المسلسلة ٣٠٥٠	٢٢ ٥٢ ١٨ + ٢٢ ٥٧ ٦٥ ٦ ١/٢ + ١٩٩ ٥٢ ١٧ ٢٠

قائمة نجوم متغيرة

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	متا يا ما	من قدر الى قدر
R المرأة المسلسلة	١٧ ١٢ +	٢٧ ٢٠ ٥١		من ٦ الى
B ذات الكرسي	١٧ ٢٦	٦٢ + ٢٥ ٥		هو نجم بنجور ابي الوقي
T الحوتين	٢٥ ١٦	١٢ + ٩ ٥٢	١٤٢ ±	٩ ١١
α ذات الكرسي	٢٢ ٩	٥٥ + ٤٩ ٤	١ ٧٩	٢ ٢٥
U الحوتين	٢٧ ٢٥	٦ + ٢٥ ٢		٩ > ١٢
S ذات الكرسي	١٠ ٨	٧١ + ٥٥ ٦		١٢ >
S الحوتين	١٠ ٤٦	٨ + ١٢ ٧	١٢ ±	٩ > ١٢
R الحوتين	٢٢ ٥٦	٢ + ١٢ ٦	٢٤ ٦	٧ ٩ ٥
V الحوتين	٤٧ ٢٠	٨ + ٨ ٠		٦ ٩
الحل	٥٧ ٢٩	١١ + ٥٤ ١		
R الحل	٨ ٤٤	٢٤ + ٢٧ ١	١٨ ٦	٨ > ١٢
ه قيطوس	١٢ ٤٧	٢ - ٢٤ ١	٢٢ ٢٢ ٢٢ ٢٢	٢ > ١٢

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	مذايا مآ	من قدر الى قدر
م فرساوس	٥١ ٥٦ ٢	٢٨ + ٢٠ ١	٢٣	٤
β	٤٢ ٥٩ ٢	٤٠ + ٢٧ ٢	٢٨٦٧٢٧	٢٥ ٢
R	٤٧ ٢١ ٢	٢٥ + ١٢ ٢	٤١٩	٨ ٦ > ١٢
λ الثور	٢٩ ٥٢ ٢	١٢ + ٧ ٢	٢٩٥٢	٤ ٤
U الثور	١٥ ١٤ ٤	١٩ + ٢٠ ٢		٩ ١٠ ٤
T	٢٥ ١٤ ٤	١٩ + ١٢ ٥		٩ ٧ ١٢ ٥ >
R	١٠ ٢١ ٤	٩ + ٥٢ ٢	٢٢٧	٨ ١٢ ٥
S	٥ ٢٢ ٤	٩ + ٢٩ ٤	٢٧٥	١٠ ١٢ >
R الجبار	٥٥ ٥١ ٤	٧ + ٥٥ ٧	٢٧٨	٩ ١٢ ٥ >
ε ممسك العنان	٢٨ ٥٢ ٤	٤٢ + ٢٧ ٧	٢٥٠	٢ ٥ ٤
R الارنب	٤١ ٥٢ ٤	١٥ - ٠ ٢	٤٠٠ ±	٧
R ممسك العنان	٤٨ ٦ ٥	٥٢ + ٢٦ ٢		
α الجبار	٨ ٤٨ ٥	٧ + ٢٢ ٨	١٩٦ ±	١ ١٠
R وحيد القرن	٤ ٢٢ ٦	٨ + ٥ ٩		١٢ ١٠
ζ التوأمين	٢٤ ٥٦ ٦	٢٠ + ٤٥ ٥	١٠ ١٦	٢ ٨ ٤ ٥
R	٢٢ ٥٩ ٦	٢٢ + ٥٤ ١	٢٧٠	٧ ٢ ١١
R الكلب الاصغر	١ ١ ٧	١٠ + ١٢ ٦	٢٢٩	٨ ١٠
S	٢٩ ٢٥ ٧	٨ + ٢٥ ٦	٢٢٥	٧ ٥ ١٢ >
S التوأمين	١٤ ٢٥ ٧	٢٢ + ٤٥ ٢	٢٦٤ ٠ ٧	٩ ٢ ١٢ ٥ >
T	٢٠ ٤١ ٧	٢٤ + ٢٢ ٢	٢٨٨ ٦٤	٩ ٥ ١٢ ٥ >
U	٢٢ ٤٧ ٧	٢٢ + ٢٠ ٥	٩٧	٩ ١٢ ٥
R السرطان	٢٤ ٩ ٨	١٢ + ٧ ٤	٢٥٩	٦ ١٠ >
U	١٩ ٢٨ ٨	١٩ + ٢٠ ٥	٢٠ ٦	٩ ١٢ ٥ >
S	٢٠ ٢٦ ٨	١٩ + ٢٠ ٥	٩٤٨	٨ ١٠ ٥
S الشجاع	٤٧ ٤٦ ٨	٢ + ٢٢ ٥	٢٥٦	٨ ٥ ١٢ ٥
T السرطان	١٤ ٤٩ ٨	٢٠ + ٢٠ ٧	٤٥٥ ±	٩ ٥ ١٢

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	متأ اياماً	من قدر الى قدر
T الشجاع	٢٠ ٤٩ ٨	٨- ٢٨ ٧ ٢٩٢	٢٢٦+ ٦٥ ١٠٥	
" α	٢١ ٢١ ٩	٨- ٥٩ ٥٥	٢٥ ٢٢٥	
R الاسد الاصغر	٤٦ ٢٧ ٩	٦٥ ٢٥+	± سنة ٧ ١١	
R الاسد	٢٤ ٤٠ ٩	١٢+ ١٨ ٢١٢	٥٧ ٢١٢ ١١٥	
R الدب الاكبر	٢٥ ٢٥ ١٠	٦٩+ ٢٧ ٤ ٢٠١	٩٠ ٢٠١ ١٢ ٧	
η السفينة	٢ ٤٠ ١٠	٥٩- ١٠ ٤٦	٤٦ سنة ١ ٤	
S الاسد	٧ ٤ ١١	٦+ ١٠ ١ ١٩٢	٩ ١٢ >	
"	٤٦ ٢١ ١١	٤+ ٥٥ ١٤	١٠ ١٤	
R شعر برنيكي	٢٥ ٥٧ ١١	١٩+ ٢٠ ٢ ٢٠٢	± سنة ٨ ١٢ >	
T السنبلة	٥٦ ٧ ١٢	٥- ١٨ ٧ ٢٢٧	٨ ١٢ >	
T الدب الاكبر	٢٨ ٢٠ ١٢	٦٠+ ١٢ ٢ ٢٥٧	٦٧ ١٢ >	
R السنبلة	٥٤ ٢١ ١٢	٧+ ٤٢ ٢ ١٤٦	٦٥ ١١ >	
S الدب الاكبر	١٥ ٢٨ ١٢	٦١+ ٤٨ ٢ ٢٢٢	٦ ١٢ ٧٥	
U السنبلة	٢٠ ٤٤ ١٢	٦+ ١٥ ٧ ٢١٢	٧٥ ١٢ >	
V	٦ ٢١ ١٢	٢- ٢٩ ٧ ٢٥٢	٧ ٢٥٢	
R او الشجاع	٢٧ ٢٢ ١٢	٢٢- ٢٦ ٤ ٤٤٧	٨ ٤٤٧ ١٠ >	
S السنبلة	١٢ ٢٦ ١٢	٦- ٢١ ٤ ٢٨٠	١١ ٢٨٠ ١١ ٦	
T العواء	٠ ٨ ١٤	١٩+ ٤٠ ٥ ٤٠٥	٩٧ ١٤ >	
" S	٢٢ ١٨ ١٤	٥٤+ ٢٤ ٢ ٢٤٢	٨ ١٢	
R الزرافة	٢٥ ٢٧ ١٤	٨٤+ ٢٥ ٢ ٢٦٥	٧ ١٢	
R العواء	٢٧٥ ٢١ ١٤	٢٧+ ١٨ ١ ١٩٦	٨ ١٢	
" U	٤٨ ٢٤ ١٤	٢٨+ ١٤ ١ ١٢	٩٥ ١٢	
S الحية	٢٤ ١٥ ١٥	١٤+ ٤٧ ١ ٢٥٩	٨ ١٠ >	
S الاكليل الشمالي	٦.١٦	٢١+ ٥٠ ٢ ٦٥	٦٥	
" R	١٢ ٤٢ ١٥	٢٨+ ٢٢ ٥ ٢٢٠	٢٥٠ ١٢ ٦٢ >	
♌ الميزان	١٤ ٤٢ ١٥	٨- ٢٤ ٢ ٦٩٨	٦٩٨	

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	من قدر الى قدر
R الحية	١٥ ٤٤ ٤٤	١٥+ ٢١ ٨ ١٥	٢٥٢ ١٠ ٦٥ >
R الميزان	١٥ ٤٦ ١٥	١٥- ٥٠ ٨ ١٥	٧٢٢ ١٢ ٥٠ ٩ >
R الجاني	١٦ ٠ ٢٢	١٨+ ٤٣ ٤ ١٨	٢١٠ ١٢ ٥ ٨ ٥
T القرب	١٦ ٩ ١٨	٢٢- ٢٩ ٠ ٢٢	٧ ١٢ >
" R	١٦ ٩ ٥٤	٢٢- ٢٧ ٢ ٢٢	٩ ١٤ >
" S	١٦ ٩ ٥٦	٢٢- ٢٤ ٢ ٢٢	٩ ١٢ >
" U	١٦ ١٤ ٥٩	١٧- ٢٤ ٥ ١٧	٩ ١٢ ٥ ١٢ ٥
U الجاني	١٦ ٢٢ ٢٢	١٩+ ١١ ٤ ١٩	٧ ١٢
" ٢٠	١٦ ٢٤ ٢٢	١٤+ ١٠ ١ ١٤	٥ ٦ ١٠ ٦
T الحاوي	١٦ ٢٦ ١٨	١٥- ٥١ ٢ ١٥	١٠ ١٢ >
" S	١٦ ٢٦ ٤٧	١٦- ٥٢ ١ ١٦	٢٢ ٩ ٢ ١٢ ٥ >
S الجاني	١٦ ٤٥ ٥٩	١٥+ ٩ ٧ ١٥	٢٠ ٢ ١٢ ٥ ٧ ١٢
جديد الحاوي	١٦ ٥٢ ١٢	١٢- ٤١ ٤ ١٢	٤ ١٢ ٥ ١٢ >
" R	١٧ ٠ ١٨	١٥- ٥٠ ٠ ١٥	٢٠ ٤ ٦ ١٢ ٥ ٨ >
" الجاني	١٧ ٨ ٤٢	١٤+ ٢٢ ٤ ١٤	٨٨ ٥ ٢ ١ ٢ ٩
جديد الحاوي	١٧ ٢٢ ٥١	٢١- ٢٢ ١ ٢١	
T الجاني	١٨ ٤ ١١	٢١+ ٠ ٠ ٢١	١٦ ٤ ٧ ١٢ ٥ ٧ >
T الشجاع	١٨ ٢٢ ٢٨	٦+ ١٢ ٠ ٦	٢١ ١٠ ١٢ ٥ ١٤ >
R ترس سويسكي	١٨ ٤٠ ٢٢	٥- ٥٠ ٠ ٥	٧١ ٧ ٥ ١٢ ٥ ٩
β الشلياق	١٨ ٤٥ ١٧	٢٢+ ١٢ ٧ ٢٢	١٢ ٩ ٠ ٦ ١٢ ٥ ٢ ٥
R (١٢) الشلياق	١٨ ٥١ ٢٢	٢٢+ ٤٦ ٦ ٤٦	٤ ٦ ٤ ٢ ٤ ٦
R النسر	١٩ ٠ ٧	٨+ ٢ ١ ٨	٢٥ ١ ٥ ٢٥ ١ ٦ ٥
T الراعي	١٩ ٨ ٤٢	١٧- ١١ ٠ ١٧	٨ ١٢ ٥ ١٢ >
" R	١٩ ٩ ٤	١٩- ٢٢ ٠ ١٩	٨ ١٢ >
" S	١٩ ١١ ٤٩	١٩- ١٥ ٦ ١٩	١٠ ٥ ١٠ ٥
R الدجاجة	١٩ ٢٢ ٢٠	٤٩+ ٥٤ ٥ ٤٩	٤١ ٦ ٧ ٢ ١٦ ٤ >

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	متنايما	من قدر الى قدر
* الثعلب	١٩ ٤٣ ١٤	٠٩ ٢٦ ٨		
" S	٤ ٤٢ ١٩	٥٧ ٢٦ ٩	٦٧ ٩ ٨ ٨	
χ الدجاجة	٢٤ ٤٥ ١٩	٢٥ ٢ ٢٢	٤٠ ٦ ٠ ٦	١٢ >
η النسر	٥١ ٤٥ ١٩	٤٠ ٤	٧ ١٧ ٦٢	٤ ٤ ٢ ٦
S الدجاجة	٤٧ ٢ ٢٠	٢٦ ٧ ٥٧	٢٢ ٤	١٢ >
R الجدي	١ ٤ ٢٠	٢٩ ٢ ١٤	٩ ٥ ١٢	١٢ ٥
S النسر	٢٩ ٥ ٢٠	١٤ ٢ ١٥	١٢ ٤	٨ ٩ ١١
R السهم	٨ ٨ ٢٠	٢٠ ٠ ١٦	٧٠ ٨ ٨	١٠ ٢ ٨
R الدلفين	٢٩ ٨ ٢٠	٤١ ٤ ٨	٩ ١٢	
P (٢٤) الدجاجة	٠ ١٢ ٢٠	٢٧ ٨ ٢٧	١٨ سنة	٦ >
R (٢٤) فيناوس	٤١ ٢٢ ٢٠	٤٤ ٠ ٨٨	٧٢ سنة	١١ ٥
S الدلفين	٥ ٢٧ ٢٠	٢٧ ٤ ١٦	٢٨ ٤	٨ ١٢ ١٤
" T	٢٠ ٢٩ ٢٠	٥٥ ٧ ١٥	٢٢ ٢	٨ ١٢
U الجدي	٥٤ ٤٠ ٢٠	١٥ ٦ ١٥	٤٢٠	١١ ١٢ ١٤ >
T الدلو	٦ ٤٢ ٢٠	٢٧ ٦ ٥	١٩٧ ٨ ٧	
R الثعلب	٢٦ ٥٨ ٢٠	١٨ ٤ ٢٢	١٢ ٨ ٦	٦ ١٢ ١٤
T الجدي	٥٠ ١٤ ٢١	٤٢ ٦ ١٥	٢٧ ٤	٩ ١٤ >
S فيناوس	٤٧ ٢٦ ٢١	٢٢ ٧ ٨	٤٧٠	٨ ٩ ١١ ١٢
" μ	٢١ ٢٩ ٢١	١١ ١ ٥٨	٥ او ٦ سنين	٦ ٤
T الفرس	٢٢ ٢ ٢٢	٥٤ ٢ ١١	١٠ ١٢	
الدلي	٢١ ٢٢ ٢٢	٢٦ ٠ ١٠	٤ ٢ سنين	٨ ٧
δ فيناوس	٢١ ٢٤ ٢٢	٤٥ ٠ ٥٧	٥ ٢ ٦ ٦٤	٤ ٨ ٢ ٧
S الدلو	٨ ٥٠ ٢٢	٢١ ٢ ١	٢٧ ٩ ٢	٨ ١١ >
β الفرس	٢٨ ٥٧ ٢٢	٢٢ ٧ ٢٢	٢١ ٥ او ٤ ٤٢	٢ ٢ ٥
" R	٧ ٠ ٢٢	٥ ٦ ٩	٥٧٨	٨ ٥ ١٢ ٥١
R الدلو	٥ ٢٧ ٢٢	١٦ ٠ ٢	٢٥ ٤ او ٢٨ ٨ ٧	١٠ >

اسم النجم ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠ مئة اياماً من قدر الى قدر
 R ذات الكرسي ٢٢ ٤٩ ٥٠ + ٢٩ ٩ ٥٠ ٨١ ٤٢ ٦ ١٤ >

فائفة نجوم مثلثة ومربعة ومخمسية ومتعددة

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	افتدال	بعد بينها
φ ذات الكرسي	٤٧ ١٦ ٣	٢٦ ٩ ٦٧ +	١١ ٩ ٤ ١/٢	٢ ٢٢
γ المرأة المسلسلة	٥٥ ٥٥ ١	٤٢ ٤ ٤١ +	٦ ٥ ١/٢ ٢ ١/٢	٥ ١٠ ٢
٥٢٧٦. الحماة	٦ ٢١ ٥	٢٧ ٨ ٢٥ -	١١ ٧ ١/٢ ٧	٢٠ ٧ ٢
١١ وحيد القرن	٢١ ٢٢ ٦	٥٧ ٦ -	٨ ٧ ٦ ١/٢	٩ ٦ ٧ ٢
١٢ اللنكس	٤٤ ٢٤ ٦	٢٤ ٢ ٥٩ +	٧ ١/٢ ٦ ١/٢ ٦	٨ ٧ ١ ٧
٥٢٩٢٨ السفينة	٤٨ ٠ ٧	٢٥ ٢ ٢٤ -	١٠ ٨ ١/٢ ٦ ١/٢	٢٧ ٥ ٥
ε السرطان	٤٥ ٤ ٨	٢ ٤ ١٨ +	٧ ١/٢ ٧ ٦	٥ ٤ ٠ ٧
γ السفينة	٢١ ٥ ٨	٥ ٦ ٢ ٤٦ -	٨ ٦ ٢	٩ ٢ ٤١
٢٨٢٧ ب اك	٢٢ ٢٠ ٨	٥ ٢ ٧١ -	٧ ٦ ١/٢ ٦	٦٥ ٧
* السفينة	٥٨ ٢٤ ٨	٢٩ ٧ ٤٧ -	١١ ٩ ٦	٢٠ ٤ ٤
١٦٠٤ S الكاس	٢٧ ٢ ١٢	٦ ٧ ١١ -	٨ ٩ ٧	
γ فنطوروس	٢٠ ١٢ ١٤	٥ ١ ٨ ٥٧ -	١١ ٨ ٥ ١/٢	٢٥ ٩ ٦
١٥ الميزان	١٢ ٥٧ ١٥	٠ ٨ ١١ -	٧ ١/٢ ٥ ٤ ١/٢	٧ ٢ ١ ٤
٢٧٩١ سوث الراعي	٢١ ٥٤ ١٧	٢ ٠ ٢٢ -	٨ ١١ ٧	١٥ ٥

نجوم مربعة

π الكلب الأكبر	٢٢ ٤٩ ٦	١٤ ٥ ٢٠ -	٦ ٩ ١/٢ ١٠	١٢٥ ٥٢ ٤٥
β الشلياق	١٥ ٤٥ ١٨	١٢ ٧ ٢٢ +	٨ ٥ ١/٢ ٨ ١/٢	٧١ ٦٠ ٤٦ ٩
١١٢ ٥ الراعي	٥٥ ١٥ ١٩	٢٢ ٧ ١٨ -	٨ ٨ ٨ ٨	٢٥ ٢٠ ١٨
١٧٨ ب ٢٠ الدنين	٠ ٢٥ ٢٠	٤٩ ٥ ١٠ +	٨ ٧ ١/٢ ١٦ ٩	٢٠ ١٤ ٢٠ ٧
٨ العظاية	٦ ٢٠ ٢٢	٥٧ ٧ ٢٨ +	١١ ٦ ١/٢ ٦ ١/٢	٨٢ ٢٢ ١٠

نجوم مخمسية

٥٢٧٨. الارب	٤٤ ٢٢ ٥	٥٨ ٦ ١٧ -	٨ ٨ ٨ ٧ ٧	
-------------	---------	-----------	-----------	--

وقت وسط	وقت نجمي	وقت وسط	وقت نجمي	وقت وسط	وقت نجمي	وقت وسط	وقت نجمي
١	١٠٠٠	١	١٠٠٠	١	١٠٠٠	١	١٠٠٠
٢	١٠٠١	٢	١٠٠١	٢	١٠٠١	٢	١٠٠١
٣	١٠٠٢	٣	١٠٠٢	٣	١٠٠٢	٣	١٠٠٢
٤	١٠٠٣	٤	١٠٠٣	٤	١٠٠٣	٤	١٠٠٣
٥	١٠٠٤	٥	١٠٠٤	٥	١٠٠٤	٥	١٠٠٤
٦	١٠٠٥	٦	١٠٠٥	٦	١٠٠٥	٦	١٠٠٥
٧	١٠٠٦	٧	١٠٠٦	٧	١٠٠٦	٧	١٠٠٦
٨	١٠٠٧	٨	١٠٠٧	٨	١٠٠٧	٨	١٠٠٧
٩	١٠٠٨	٩	١٠٠٨	٩	١٠٠٨	٩	١٠٠٨
١٠	١٠٠٩	١٠	١٠٠٩	١٠	١٠٠٩	١٠	١٠٠٩
١١	١٠١٠	١١	١٠١٠	١١	١٠١٠	١١	١٠١٠
١٢	١٠١١	١٢	١٠١١	١٢	١٠١١	١٢	١٠١١
١٣	١٠١٢	١٣	١٠١٢	١٣	١٠١٢	١٣	١٠١٢
١٤	١٠١٣	١٤	١٠١٣	١٤	١٠١٣	١٤	١٠١٣
١٥	١٠١٤	١٥	١٠١٤	١٥	١٠١٤	١٥	١٠١٤
١٦	١٠١٥	١٦	١٠١٥	١٦	١٠١٥	١٦	١٠١٥
١٧	١٠١٦	١٧	١٠١٦	١٧	١٠١٦	١٧	١٠١٦
١٨	١٠١٧	١٨	١٠١٧	١٨	١٠١٧	١٨	١٠١٧
١٩	١٠١٨	١٩	١٠١٨	١٩	١٠١٨	١٩	١٠١٨
٢٠	١٠١٩	٢٠	١٠١٩	٢٠	١٠١٩	٢٠	١٠١٩
٢١	١٠٢٠	٢١	١٠٢٠	٢١	١٠٢٠	٢١	١٠٢٠
٢٢	١٠٢١	٢٢	١٠٢١	٢٢	١٠٢١	٢٢	١٠٢١
٢٣	١٠٢٢	٢٣	١٠٢٢	٢٣	١٠٢٢	٢٣	١٠٢٢
٢٤	١٠٢٣	٢٤	١٠٢٣	٢٤	١٠٢٣	٢٤	١٠٢٣
٢٥	١٠٢٤	٢٥	١٠٢٤	٢٥	١٠٢٤	٢٥	١٠٢٤
٢٦	١٠٢٥	٢٦	١٠٢٥	٢٦	١٠٢٥	٢٦	١٠٢٥
٢٧	١٠٢٦	٢٧	١٠٢٦	٢٧	١٠٢٦	٢٧	١٠٢٦
٢٨	١٠٢٧	٢٨	١٠٢٧	٢٨	١٠٢٧	٢٨	١٠٢٧
٢٩	١٠٢٨	٢٩	١٠٢٨	٢٩	١٠٢٨	٢٩	١٠٢٨
٣٠	١٠٢٩	٣٠	١٠٢٩	٣٠	١٠٢٩	٣٠	١٠٢٩
٣١	١٠٣٠	٣١	١٠٣٠	٣١	١٠٣٠	٣١	١٠٣٠
٣٢	١٠٣١	٣٢	١٠٣١	٣٢	١٠٣١	٣٢	١٠٣١
٣٣	١٠٣٢	٣٣	١٠٣٢	٣٣	١٠٣٢	٣٣	١٠٣٢
٣٤	١٠٣٣	٣٤	١٠٣٣	٣٤	١٠٣٣	٣٤	١٠٣٣
٣٥	١٠٣٤	٣٥	١٠٣٤	٣٥	١٠٣٤	٣٥	١٠٣٤
٣٦	١٠٣٥	٣٦	١٠٣٥	٣٦	١٠٣٥	٣٦	١٠٣٥
٣٧	١٠٣٦	٣٧	١٠٣٦	٣٧	١٠٣٦	٣٧	١٠٣٦
٣٨	١٠٣٧	٣٨	١٠٣٧	٣٨	١٠٣٧	٣٨	١٠٣٧
٣٩	١٠٣٨	٣٩	١٠٣٨	٣٩	١٠٣٨	٣٩	١٠٣٨
٤٠	١٠٣٩	٤٠	١٠٣٩	٤٠	١٠٣٩	٤٠	١٠٣٩
٤١	١٠٤٠	٤١	١٠٤٠	٤١	١٠٤٠	٤١	١٠٤٠
٤٢	١٠٤١	٤٢	١٠٤١	٤٢	١٠٤١	٤٢	١٠٤١
٤٣	١٠٤٢	٤٣	١٠٤٢	٤٣	١٠٤٢	٤٣	١٠٤٢
٤٤	١٠٤٣	٤٤	١٠٤٣	٤٤	١٠٤٣	٤٤	١٠٤٣
٤٥	١٠٤٤	٤٥	١٠٤٤	٤٥	١٠٤٤	٤٥	١٠٤٤
٤٦	١٠٤٥	٤٦	١٠٤٥	٤٦	١٠٤٥	٤٦	١٠٤٥
٤٧	١٠٤٦	٤٧	١٠٤٦	٤٧	١٠٤٦	٤٧	١٠٤٦
٤٨	١٠٤٧	٤٨	١٠٤٧	٤٨	١٠٤٧	٤٨	١٠٤٧
٤٩	١٠٤٨	٤٩	١٠٤٨	٤٩	١٠٤٨	٤٩	١٠٤٨
٥٠	١٠٤٩	٥٠	١٠٤٩	٥٠	١٠٤٩	٥٠	١٠٤٩
٥١	١٠٥٠	٥١	١٠٥٠	٥١	١٠٥٠	٥١	١٠٥٠
٥٢	١٠٥١	٥٢	١٠٥١	٥٢	١٠٥١	٥٢	١٠٥١
٥٣	١٠٥٢	٥٣	١٠٥٢	٥٣	١٠٥٢	٥٣	١٠٥٢
٥٤	١٠٥٣	٥٤	١٠٥٣	٥٤	١٠٥٣	٥٤	١٠٥٣
٥٥	١٠٥٤	٥٥	١٠٥٤	٥٥	١٠٥٤	٥٥	١٠٥٤
٥٦	١٠٥٥	٥٦	١٠٥٥	٥٦	١٠٥٥	٥٦	١٠٥٥
٥٧	١٠٥٦	٥٧	١٠٥٦	٥٧	١٠٥٦	٥٧	١٠٥٦
٥٨	١٠٥٧	٥٨	١٠٥٧	٥٨	١٠٥٧	٥٨	١٠٥٧
٥٩	١٠٥٨	٥٩	١٠٥٨	٥٩	١٠٥٨	٥٩	١٠٥٨
٦٠	١٠٥٩	٦٠	١٠٥٩	٦٠	١٠٥٩	٦٠	١٠٥٩

الجدول الخامس

جدول انكسار مع انسابه وفضلاتها

بعد سني	انكسار اوسط	نسب	فضلة	بعد سني	انكسار اوسط	نسب	فضلة	بعد سني	انكسار اوسط	نسب	فضلة
١	١٢٠٢	٢٠٠٨٥	٢٠١٢	١٠٠١	١٢٠٢	٢٠٠٨٥	٢٠١٢	١	١٢٠٢	٢٠٠٨٥	٢٠١٢
٢	٢٢٠٤	٢٢٠٩٧	١٧٦٣	١٠٦٥	١٢٠٦٤	٢٢٠٩٧	١٧٦٣	٢	٢٢٠٤	٢٢٠٩٧	١٧٦٣
٣	٣٢٠٦	٢٢٠٨٦٠	١٢٥٢	١٠٧٧	١٢٠٨٨٦٣	٢٢٠٨٦٠	١٢٥٢	٣	٣٢٠٦	٢٢٠٨٦٠	١٢٥٢
٤	٤٢٠٨	٢٢٠٦١٢	٩٧٤	١٠٩٦	١٢٠٤٤٠	٢٢٠٦١٢	٩٧٤	٤	٤٢٠٨	٢٢٠٦١٢	٩٧٤
٥	٥٢١١	٢٢٠٧٨٦	٧٩٦	١١١٧	١٢٠٩٣٠٦	٢٢٠٧٨٦	٧٩٦	٥	٥٢١١	٢٢٠٧٨٦	٧٩٦
٦	٦٢١٤	٢٢٠٨٨٦	٦٧٥	١١٣٨	١٢٠٩٣٥٦	٢٢٠٨٨٦	٦٧٥	٦	٦٢١٤	٢٢٠٨٨٦	٦٧٥
٧	٧٢١٧	٢٢٠٨٥٥٧	٥٨٧	١١٦٤	١٢٠٩٥٩١	٢٢٠٨٥٥٧	٥٨٧	٧	٧٢١٧	٢٢٠٨٥٥٧	٥٨٧
٨	٨٢٢١	٢٢٠٩١٤٤	٥١٩	١١٩١	١٢٠٩٦٥٥	٢٢٠٩١٤٤	٥١٩	٨	٨٢٢١	٢٢٠٩١٤٤	٥١٩
٩	٩٢٢٥	٢٢٠٩٦٦٣	٤٦٦	١٢١٢	١٢٠٩٦٦٤٦	٢٢٠٩٦٦٣	٤٦٦	٩	٩٢٢٥	٢٢٠٩٦٦٣	٤٦٦
١٠	١٠٢٣٠	٢٢٠١٢٩	٤٢٤	١٢٥٦	٢٢٠٠٣٦٨	٢٢٠١٢٩	٤٢٤	١٠	١٠٢٣٠	٢٢٠١٢٩	٤٢٤
١١	١١٢٣٥	٢٢٠٠٥٣	٣٨٨	١٢٩٤	٢٢٠٠١٢٤	٢٢٠٠٥٣	٣٨٨	١١	١١٢٣٥	٢٢٠٠٥٣	٣٨٨
١٢	١٢٢٤٩	٢٢٠٠٩٤١	٣٥٩	١٣٢٦	٢٢٠٠٩١٨	٢٢٠٠٩٤١	٣٥٩	١٢	١٢٢٤٩	٢٢٠٠٩٤١	٣٥٩
١٣	١٣٢٥٦	٢٢٠١٣٠	٣٣٤	١٣٥٦	٢٢٠٠٥٥٤	٢٢٠١٣٠	٣٣٤	١٣	١٣٢٥٦	٢٢٠١٣٠	٣٣٤
١٤	١٤٢٥٦	٢٢٠١٣٤	٣١٣	١٣٨٨	٢٢٠٠٩٥٧	٢٢٠١٣٤	٣١٣	١٤	١٤٢٥٦	٢٢٠١٣٤	٣١٣
١٥	١٥٢٦٦	٢٢٠١٩٤٧	٢٩٤	١٣٨٨	٢٢٠٠٩٥٧	٢٢٠١٩٤٧	٢٩٤	١٥	١٥٢٦٦	٢٢٠١٩٤٧	٢٩٤
١٦	١٦٢٧٥	٢٢٠٢٢٤١	٢٧٨	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٥	٢٢٠٢٢٤١	٢٧٨	١٦	١٦٢٧٥	٢٢٠٢٢٤١	٢٧٨
١٧	١٧٢٨٦	٢٢٠٢٥١٩	٢٦٥	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٥	٢٢٠٢٥١٩	٢٦٥	١٧	١٧٢٨٦	٢٢٠٢٥١٩	٢٦٥
١٨	١٨٢٩٨	٢٢٠٢٧٨٤	٢٥٢	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٢٧٨٤	٢٥٢	١٨	١٨٢٩٨	٢٢٠٢٧٨٤	٢٥٢
١٩	١٩٢١١	٢٢٠٣٠٦٦	٢٤١	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٣٠٦٦	٢٤١	١٩	١٩٢١١	٢٢٠٣٠٦٦	٢٤١
٢٠	٢٠٢٢٦	٢٢٠٣٢٧٧	٢٣٠	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٣٢٧٧	٢٣٠	٢٠	٢٠٢٢٦	٢٢٠٣٢٧٧	٢٣٠
٢١	٢١٢٣٦	٢٢٠٣٥٠٧	٢٢٢	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٣٥٠٧	٢٢٢	٢١	٢١٢٣٦	٢٢٠٣٥٠٧	٢٢٢
٢٢	٢٢٢٤٦	٢٢٠٣٧٢٩	٢١٠	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٣٧٢٩	٢١٠	٢٢	٢٢٢٤٦	٢٢٠٣٧٢٩	٢١٠
٢٣	٢٣٢٥٨	٢٢٠٣٩٤٤	٢٠٧	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٣٩٤٤	٢٠٧	٢٣	٢٣٢٥٨	٢٢٠٣٩٤٤	٢٠٧
٢٤	٢٤٢٦٠	٢٢٠٤١٥١	٢٠١	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٤١٥١	٢٠١	٢٤	٢٤٢٦٠	٢٢٠٤١٥١	٢٠١
٢٥	٢٥٢٦٢	٢٢٠٤٣٥٢	١٩٥	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٤٣٥٢	١٩٥	٢٥	٢٥٢٦٢	٢٢٠٤٣٥٢	١٩٥
٢٦	٢٦٢٦٤	٢٢٠٤٥٥٧	١٨٩	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٤٥٥٧	١٨٩	٢٦	٢٦٢٦٤	٢٢٠٤٥٥٧	١٨٩
٢٧	٢٧٢٦٦	٢٢٠٤٧٦٦	١٨٥	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٤٧٦٦	١٨٥	٢٧	٢٧٢٦٦	٢٢٠٤٧٦٦	١٨٥
٢٨	٢٨٢٦٨	٢٢٠٤٩٦٦	١٨١	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٤٩٦٦	١٨١	٢٨	٢٨٢٦٨	٢٢٠٤٩٦٦	١٨١
٢٩	٢٩٢٦٨	٢٢٠٥١٠٢	١٧٧	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٥١٠٢	١٧٧	٢٩	٢٩٢٦٨	٢٢٠٥١٠٢	١٧٧
٣٠	٣٠٢٦٨	٢٢٠٥٢٧٩	١٧٣	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٥٢٧٩	١٧٣	٣٠	٣٠٢٦٨	٢٢٠٥٢٧٩	١٧٣
٣١	٣١٢٦٨	٢٢٠٥٤٥٢	١٧٠	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٥٤٥٢	١٧٠	٣١	٣١٢٦٨	٢٢٠٥٤٥٢	١٧٠
٣٢	٣٢٢٦٨	٢٢٠٥٦٢٢	١٦٨	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٥٦٢٢	١٦٨	٣٢	٣٢٢٦٨	٢٢٠٥٦٢٢	١٦٨
٣٣	٣٣٢٦٨	٢٢٠٥٧٩٠	١٦٤	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٥٧٩٠	١٦٤	٣٣	٣٣٢٦٨	٢٢٠٥٧٩٠	١٦٤
٣٤	٣٤٢٦٨	٢٢٠٥٩٥٤	١٦٢	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٥٩٥٤	١٦٢	٣٤	٣٤٢٦٨	٢٢٠٥٩٥٤	١٦٢
٣٥	٣٥٢٦٨	٢٢٠٦١١٦	١٦٠	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٦١١٦	١٦٠	٣٥	٣٥٢٦٨	٢٢٠٦١١٦	١٦٠
٣٦	٣٦٢٦٨	٢٢٠٦٢٧٦	١٥٩	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٦٢٧٦	١٥٩	٣٦	٣٦٢٦٨	٢٢٠٦٢٧٦	١٥٩
٣٧	٣٧٢٦٨	٢٢٠٦٤٣٥	١٥٦	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٦٤٣٥	١٥٦	٣٧	٣٧٢٦٨	٢٢٠٦٤٣٥	١٥٦
٣٨	٣٨٢٦٨	٢٢٠٦٥٩١	١٥٥	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٦٥٩١	١٥٥	٣٨	٣٨٢٦٨	٢٢٠٦٥٩١	١٥٥
٣٩	٣٩٢٦٨	٢٢٠٦٧٤٦	١٥٤	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٦٧٤٦	١٥٤	٣٩	٣٩٢٦٨	٢٢٠٦٧٤٦	١٥٤
٤٠	٤٠٢٦٨	٢٢٠٦٩٠١	١٥٣	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٦٩٠١	١٥٣	٤٠	٤٠٢٦٨	٢٢٠٦٩٠١	١٥٣
٤١	٤١٢٦٨	٢٢٠٧٠٥٥	١٥٢	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٧٠٥٥	١٥٢	٤١	٤١٢٦٨	٢٢٠٧٠٥٥	١٥٢
٤٢	٤٢٢٦٨	٢٢٠٧٢٠٧	١٥١	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٧٢٠٧	١٥١	٤٢	٤٢٢٦٨	٢٢٠٧٢٠٧	١٥١
٤٣	٤٣٢٦٨	٢٢٠٧٣٥٨	١٥١	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٧٣٥٨	١٥١	٤٣	٤٣٢٦٨	٢٢٠٧٣٥٨	١٥١
٤٤	٤٤٢٦٨	٢٢٠٧٥١٠	١٥١	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٧٥١٠	١٥١	٤٤	٤٤٢٦٨	٢٢٠٧٥١٠	١٥١
٤٥	٤٥٢٦٨	٢٢٠٧٦٦١	١٥١	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٧٦٦١	١٥١	٤٥	٤٥٢٦٨	٢٢٠٧٦٦١	١٥١
٤٦	٤٦٢٦٨	٢٢٠٧٨١٢	١٥١	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٧٨١٢	١٥١	٤٦	٤٦٢٦٨	٢٢٠٧٨١٢	١٥١
٤٧	٤٧٢٦٨	٢٢٠٧٩٦٣	١٥١	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٧٩٦٣	١٥١	٤٧	٤٧٢٦٨	٢٢٠٧٩٦٣	١٥١
٤٨	٤٨٢٦٨	٢٢٠٨١١٥	١٥٢	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٨١١٥	١٥٢	٤٨	٤٨٢٦٨	٢٢٠٨١١٥	١٥٢
٤٩	٤٩٢٦٨	٢٢٠٨٢٦٧	١٥٢	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٨٢٦٧	١٥٢	٤٩	٤٩٢٦٨	٢٢٠٨٢٦٧	١٥٢
٥٠	٥٠٢٦٨	٢٢٠٨٤٢٠	١٥٢	١٣٨٨	٢٢٠١٠٥٩	٢٢٠٨٤٢٠	١٥٢	٥٠	٥٠٢٦٨	٢٢٠٨٤٢٠	١٥٢

جدول انكسار

٢٨٤

نسب	فضلة	بعد	انكسار	نسب	فضلة	بعد	انكسار	نسب	فضلة	بعد	انكسار
اوسط	متقي	اوسط	متقي	اوسط	متقي	اوسط	متقي	اوسط	متقي	اوسط	متقي
١٩٦٧	٢٠٠٠٠٠	١٩٠٠	١٨٠٠	١٣٤٠	٢٠٨٣٦١١	١١٢٥٠٢٦٦	١٨٥٠٠	٩٨٦	٢٠٦٧٧٢٢	٧٠٥٥٥٥٨	٨٣٣٠
٢٠٢٦	٢٠٠٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	١٣٧٤	٢٠٨٤٩٥١	٤٧٤١٥	٨٦	١٠٠٦	٢٠٦٨٧٠٨	٨٠٦٥٠	٤٠
٢٠٨٩	٢٠٠٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	١٤١٠	٢٠٨٦٣٢٥	٩٢٨٨	٠	١٠٠٦	٢٠٦٩٧١٤	١٧٤٩٠	٥٠
٢١٥٥	٢٠٠٠٠٠	٢٢	١٢٧	١٤٤٧	٢٠٨٧٧٣٥	٢٢٤٩٧	٢٠	١٠٤٧	٢٠٧٠٧٤٠	٢٩٢٨٠	٨٤
٢٢٢١	٢٠٠٠٠٠	٢٣	١٢٩	١٤٨٤	٢٠٨٩١٨٢	٥٩٢٥١	٢٠	١٠٦٩	٢٠٧١٧٨٧	٤٢٢٢٤	١٠
٢٢٩٠	٢٠٠٠٠٠	٢٤	١٣٠	١٥٢٢	٢٠٩٠٦٦٦	١٣	٢٦٦١	١٠٩٢	٢٠٧٢٨٥٦	٥٥٢٢٥	٢٠
٢٣٦١	٢٠٠٠٠٠	٢٥	١٣١	١٥٦٥	٢٠٩٢١٨٩	٥٥٢٤٠	٠	١١١٥	٢٠٧٣٩٤٣	٩٠٨٨٨	٢٠
٢٤٣٤	٢٠٠٠٠٠	٢٦	١٣٢	١٦٠٨	٢٠٩٣٧٥٤	١٤	٢٦٠٤	١١٣٩	٢٠٧٥٠٣٣	٢٢٢١٦	٤٠
٢٥٠٩	٢٠٠٠٠٠	٢٧	١٣٣	١٦٥٤	٢٠٩٥٣٦٢	٥٨٢٧١	١٠	١١٦٥	٢٠٧٦٢٠٢	٢٨٢١٢	٥٠
٢٥٨٤	٢٠٠٠٠٠	٢٨	١٣٤	١٧٠١	٢٠٩٧٠١٦	١٥	٢٣٢٦	١١٩١	٢٠٧٧٣٦٧	٥٢٢٨٤	٨٥
٢٦٦٧	٢٠٠٠٠٠	٢٩	١٣٥	١٧٤٩	٢٠٩٨٧١٧	١٦	١٠٢٨٩	١٢١٩	٢٠٧٨٥٥٨	١٠٠٢٣٥	١٠
٢٧٤٩	٢٠٠٠٠٠	٣٠	١٣٦	١٨٠١	٢٠٩٩٤٦٦	٥٠٢٨	٤٠	١٢٤٨	٢٠٧٩٧٧٧	٢٧٢٧٣	٢٠
٢٨٣١	٢٠٠٠٠٠	٣١	١٣٧	١٨٥٥	٢٠٩٩٩٦٧	١٧	٢٣٢٦	١٢٧٧	٢٠٨١٠٢٥	٤٦٢٠٢	٢٠
٢٩١٣	٢٠٠٠٠٠	٣٢	١٣٨	١٩٠٩	٢٠٩٩٩٦٧	١٨	١٩٢٦	١٣٠٩	٢٠٨١٢٣٠	٥٢٣٠	٤٠

المجدول السادس

للا انكسار. اصلاح للبارومتر والترمومتر

بارومتر		ترمومتر	
نسب		نسب	
٢٠٠٠٠٠	٢١٢٠	٢٠٠٠٠٠	٢٠
٢٠٠٠٠٠	٢٠٢٩	٢٠٠٠٠٠	٤٩
٢٠٠٠٠٠	٨	٢٠٠٠٠٠	٤٨
٢٠٠٠٠٠	٧	٢٠٠٠٠٠	٤٧
٢٠٠٠٠٠	٦	٢٠٠٠٠٠	٤٦
٢٠٠٠٠٠	٥	٢٠٠٠٠٠	٤٥
٢٠٠٠٠٠	٤	٢٠٠٠٠٠	٤٤
٢٠٠٠٠٠	٣	٢٠٠٠٠٠	٤٣
٢٠٠٠٠٠	٢	٢٠٠٠٠٠	٤٢
٢٠٠٠٠٠	١	٢٠٠٠٠٠	٤١
٢٠٠٠٠٠	٢٠٢٠	٢٠٠٠٠٠	٤٠
٢٠٠٠٠٠	٢٠٢٩	٢٠٠٠٠٠	٣٩
٢٠٠٠٠٠	٨	٢٠٠٠٠٠	٣٨
٢٠٠٠٠٠	٧	٢٠٠٠٠٠	٣٧
٢٠٠٠٠٠	٦	٢٠٠٠٠٠	٣٦
٢٠٠٠٠٠	٥	٢٠٠٠٠٠	٣٥
٢٠٠٠٠٠	٤	٢٠٠٠٠٠	٣٤
٢٠٠٠٠٠	٣	٢٠٠٠٠٠	٣٣
٢٠٠٠٠٠	٢	٢٠٠٠٠٠	٣٢
٢٠٠٠٠٠	١	٢٠٠٠٠٠	٣١
٢٠٠٠٠٠	٢٠٢٠	٢٠٠٠٠٠	٣٠
٢٠٠٠٠٠	٢٠٢٩	٢٠٠٠٠٠	٢٩
٢٠٠٠٠٠	٨	٢٠٠٠٠٠	٢٨
٢٠٠٠٠٠	٧	٢٠٠٠٠٠	٢٧
٢٠٠٠٠٠	٦	٢٠٠٠٠٠	٢٦
٢٠٠٠٠٠	٥	٢٠٠٠٠٠	٢٥
٢٠٠٠٠٠	٤	٢٠٠٠٠٠	٢٤
٢٠٠٠٠٠	٣	٢٠٠٠٠٠	٢٣
٢٠٠٠٠٠	٢	٢٠٠٠٠٠	٢٢
٢٠٠٠٠٠	١	٢٠٠٠٠٠	٢١
٢٠٠٠٠٠	٢٠٢٠	٢٠٠٠٠٠	٢٠
٢٠٠٠٠٠	٢٠٢٩	٢٠٠٠٠٠	١٩
٢٠٠٠٠٠	٨	٢٠٠٠٠٠	١٨
٢٠٠٠٠٠	٧	٢٠٠٠٠٠	١٧
٢٠٠٠٠٠	٦	٢٠٠٠٠٠	١٦
٢٠٠٠٠٠	٥	٢٠٠٠٠٠	١٥
٢٠٠٠٠٠	٤	٢٠٠٠٠٠	١٤
٢٠٠٠٠٠	٣	٢٠٠٠٠٠	١٣
٢٠٠٠٠٠	٢	٢٠٠٠٠٠	١٢
٢٠٠٠٠٠	١	٢٠٠٠٠٠	١١
٢٠٠٠٠٠	٢٠٢٠	٢٠٠٠٠٠	١٠
٢٠٠٠٠٠	٢٠٢٩	٢٠٠٠٠٠	٩
٢٠٠٠٠٠	٨	٢٠٠٠٠٠	٨
٢٠٠٠٠٠	٧	٢٠٠٠٠٠	٧
٢٠٠٠٠٠	٦	٢٠٠٠٠٠	٦
٢٠٠٠٠٠	٥	٢٠٠٠٠٠	٥
٢٠٠٠٠٠	٤	٢٠٠٠٠٠	٤
٢٠٠٠٠٠	٣	٢٠٠٠٠٠	٣
٢٠٠٠٠٠	٢	٢٠٠٠٠٠	٢
٢٠٠٠٠٠	١	٢٠٠٠٠٠	١
٢٠٠٠٠٠	٢٠٢٠	٢٠٠٠٠٠	٠

الجدول السابع

لإصلاح الانكسار بالقرب من الأفق لاختلاف البارومتر والترمومتر

بارومتر B	ترمومتر T	بعد سمّي	بارومتر B	ترمومتر T	بعد سمّي
+ ٠.٥١	- ٠.٢١٧	٨٦'٢٠		- ٠.٠٠٩	٧٥'٠٠
٠.٥٦	٠.٢٤٥	٤٠		٠.٠١٢	٧٦
٠.٦٢	٠.٢٧٦	٠ ٥٠		٠.٠١٥	٧٧
٠.٦٨	٠.٤١٠	٨٧ ٠٠		٠.٠١٨	٧٨
٠.٧٥	٠.٤٤٨	١٠		٠.٠٢٢	٧٩
٠.٨٢	٠.٤٩٠	٢٠	+ ٠.٠٤	٠.٠٢٠	٨٠ ٠٠
٠.٩١	٠.٥٣٨	٣٠	٠.٠٥	٠.٠٤٠	٨١ ٠٠
١.٠١	٠.٥٩٢	٤٠	٠.٠٧	٠.٠٤٦	٨١ ٣٠
١.١٢	٠.٦٥٤	٥٠	٠.٠٨	٠.٠٥٢	٨٢ ٠٠
١.٢٦	٠.٧٢٢	٨٥ ٠٠	٠.١٠	٠.٠٦٢	٨٢ ٣٠
١.٤١	٠.٧٩٩	١٠	٠.١١	٠.٠٧٤	٨٣ ٠٠
١.٥٩	٠.٨٨٧	٢٠	٠.١٢	٠.٠٨٩	٨٣ ٣٠
١.٧٩	٠.٩٨٧	٣٠	٠.١٦	٠.١٠٧	٨٤ ٠٠
٢.٠٢	١.١٠١	٤٠	٠.٢٠	٠.١٢٠	٨٤ ٣٠
٢.٢٩	١.٢٣١	٥٠	٠.٢٥	٠.١٥٩	٨٥ ٠٠
٢.٦١	١.٢٨٠	٨٩ ٠٠	٠.٢٦	٠.١٧١	٨٥ ١٠
٢.٩٨	١.٥٥١	١٠	٠.٢٨	٠.١٨٤	٨٥ ٣٠
٣.٤١	١.٧٤٩	٢٠	٠.٣١	٠.١٩٨	٨٥ ٣٠
٣.٩٣	١.٩٧٧	٣٠	٠.٣٣	٠.٢١٢	٨٥ ٤٠
٤.٥٤	٢.٢٤١	٤٠	٠.٣٦	٠.٢٢٩	٨٥ ٥٠
٥.٢٦	٢.٥٤٩	٥٠	٠.٣٩	٠.٢٤٨	٨٦ ٠٠
+ ٦.١٢	- ٢.٩٠٩	٩٠ ٠٠	٠.٤٣	٠.٢٦٩	٨٦ ١٠
			+ ٠.٤٧	- ٠.٢٩٢	٨٦ ٢٠

الاعداد في العمود T ينبغي ضربها في (١-٥٠) وعمود B تُضرب اعدادُه في (b-٣٠ عتة)
ويُصلَح بالمحصل الانكسار المستعمل من الجدولين السابقين الأول والثاني

المجدول الثامن

جدول ايام في كسر عشري من سنة

٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١		
٢٠٢٤٦	٢٠٢١٩	٢٠١٩١	٢٠١٦٤	٢٠١٣٧	٢٠١٠٩	٢٠٠٨٢	٢٠٠٥٤	٢٠٠٢٧	٢٠٠٠٠	١٠
٢٠٥٢٠	٢٠٤٩٣	٢٠٤٦٥	٢٠٤٣٨	٢٠٤١١	٢٠٣٨٣	٢٠٣٥٦	٢٠٣٢٨	٢٠٣٠١	٢٠٢٧٤	٢٠
٢٠٧٩٤	٢٠٧٦٧	٢٠٧٣٩	٢٠٧١٢	٢٠٦٨٥	٢٠٦٥٧	٢٠٦٣٩	٢٠٦٠٢	٢٠٥٧٥	٢٠٥٤٨	٣٠
٢١٠٦٨	٢١٠٤١	٢١٠١٣	٢٠٩٨٦	٢٠٩٥٩	٢٠٩٣١	٢٠٩٠٤	٢٠٨٧٦	٢٠٨٤٩	٢٠٨٢٢	٤٠
٢١٣٤٢	٢١٣١٥	٢١٢٨٧	٢١٢٦٠	٢١٢٣٣	٢١٢٠٥	٢١١٧٨	٢١١٥٠	٢١١٢٣	٢١٠٩٦	٥٠
٢١٦١٦	٢١٥٨٩	٢١٥٦١	٢١٥٣٤	٢١٥٠٦	٢١٤٧٩	٢١٤٥٢	٢١٤٢٤	٢١٣٩٧	٢١٣٧٠	٦٠
٢١٨٩٠	٢١٨٦٣	٢١٨٣٥	٢١٨٠٨	٢١٧٨١	٢١٧٥٣	٢١٧٢٦	٢١٦٩٨	٢١٦٧١	٢١٦٤٤	٧٠
٢٢١٦٤	٢٢١٣٧	٢٢١٠٩	٢٢٠٨٢	٢٢٠٥٤	٢٢٠٢٧	٢٢٠٠٠	٢١٩٧٣	٢١٩٤٥	٢١٩١٨	٨٠
٢٢٤٣٨	٢٢٤١١	٢٢٣٨٣	٢٢٣٥٦	٢٢٣٢٩	٢٢٣٠١	٢٢٢٧٤	٢٢٢٤٦	٢٢٢١٩	٢٢١٩٢	٩٠
٢٢٧١٢	٢٢٦٨٥	٢٢٦٥٧	٢٢٦٣٠	٢٢٦٠٣	٢٢٥٧٥	٢٢٥٤٨	٢٢٥٢٠	٢٢٤٩٣	٢٢٤٦٦	١٠٠
٢٢٩٨٦	٢٢٩٥٩	٢٢٩٣١	٢٢٩٠٤	٢٢٨٧٦	٢٢٨٤٩	٢٢٨٢٢	٢٢٧٩٤	٢٢٧٦٧	٢٢٧٤٠	١١٠
٢٣٢٦٠	٢٣٢٣٣	٢٣٢٠٥	٢٣١٧٨	٢٣١٥٠	٢٣١٢٣	٢٣٠٩٦	٢٣٠٦٨	٢٣٠٤١	٢٣٠١٣	١٢٠
٢٣٥٣٤	٢٣٥٠٧	٢٣٤٧٩	٢٣٤٥٢	٢٣٤٢٤	٢٣٣٩٧	٢٣٣٧٠	٢٣٣٤٢	٢٣٣١٥	٢٣٢٨٧	١٣٠
٢٣٨٠٨	٢٣٧٨١	٢٣٧٥٣	٢٣٧٢٦	٢٣٦٩٨	٢٣٦٧١	٢٣٦٤٤	٢٣٦١٦	٢٣٥٨٩	٢٣٥٦١	١٤٠
٢٤٠٨٢	٢٤٠٥٤	٢٤٠٢٧	٢٤٠٠٠	٢٣٩٧٣	٢٣٩٤٥	٢٣٩١٨	٢٣٨٩٠	٢٣٨٦٣	٢٣٨٣٥	١٥٠
٢٤٣٥٦	٢٤٣٢٩	٢٤٣٠١	٢٤٢٧٤	٢٤٢٤٦	٢٤٢١٩	٢٤١٩٢	٢٤١٦٤	٢٤١٣٧	٢٤١٠٩	١٦٠
٢٤٦٣٠	٢٤٦٠٣	٢٤٥٧٥	٢٤٥٤٨	٢٤٥٢٠	٢٤٤٩٣	٢٤٤٦٦	٢٤٤٣٨	٢٤٤١١	٢٤٣٨٣	١٧٠
٢٤٩٠٤	٢٤٨٧٧	٢٤٨٤٩	٢٤٨٢٢	٢٤٧٩٤	٢٤٧٦٧	٢٤٧٤٠	٢٤٧١٢	٢٤٦٨٥	٢٤٦٥٧	١٨٠
٢٥١٧٨	٢٥١٥٠	٢٥١٢٣	٢٥٠٩٦	٢٥٠٦٨	٢٥٠٤١	٢٥٠١٣	٢٤٩٨٦	٢٤٩٥٩	٢٤٩٣١	١٩٠
٢٥٤٥٢	٢٥٤٢٤	٢٥٣٩٧	٢٥٣٧٠	٢٥٣٤٢	٢٥٣١٥	٢٥٢٨٧	٢٥٢٦٠	٢٥٢٣٣	٢٥٢٠٥	٢٠٠
٢٥٧٢٦	٢٥٦٩٨	٢٥٦٧١	٢٥٦٤٤	٢٥٦١٦	٢٥٥٨٩	٢٥٥٦١	٢٥٥٣٤	٢٥٥٠٧	٢٥٤٧٩	٢١٠
٢٦٠٠٠	٢٥٩٧٣	٢٥٩٤٥	٢٥٩١٨	٢٥٨٩٠	٢٥٨٦٣	٢٥٨٣٥	٢٥٨٠٨	٢٥٧٨١	٢٥٧٥٣	٢٢٠
٢٦٢٧٤	٢٦٢٤٦	٢٦٢١٩	٢٦١٩٢	٢٦١٦٤	٢٦١٣٧	٢٦١٠٩	٢٦٠٨٢	٢٦٠٥٥	٢٦٠٢٧	٢٣٠
٢٦٥٤٨	٢٦٥٢٠	٢٦٤٩٣	٢٦٤٦٦	٢٦٤٣٨	٢٦٤١١	٢٦٣٨٣	٢٦٣٥٦	٢٦٣٢٩	٢٦٣٠١	٢٤٠
٢٦٨٢٢	٢٦٧٩٤	٢٦٧٦٧	٢٦٧٤٠	٢٦٧١٢	٢٦٦٨٥	٢٦٦٥٧	٢٦٦٣٠	٢٦٦٠٣	٢٦٥٧٥	٢٥٠
٢٧٠٩٦	٢٧٠٦٨	٢٧٠٤١	٢٧٠١٣	٢٦٩٨٦	٢٦٩٥٩	٢٦٩٣١	٢٦٩٠٤	٢٦٨٧٦	٢٦٨٤٩	٢٦٠
٢٧٣٧٠	٢٧٣٤٢	٢٧٣١٥	٢٧٢٨٧	٢٧٢٦٠	٢٧٢٣٣	٢٧٢٠٥	٢٧١٧٨	٢٧١٥٠	٢٧١٢٣	٢٧٠
٢٧٦٤٤	٢٧٦١٦	٢٧٥٨٩	٢٧٥٦١	٢٧٥٣٤	٢٧٥٠٧	٢٧٤٧٩	٢٧٤٥٢	٢٧٤٢٤	٢٧٣٩٧	٢٨٠
٢٧٩١٨	٢٧٨٩٠	٢٧٨٦٣	٢٧٨٣٥	٢٧٨٠٨	٢٧٧٨١	٢٧٧٥٣	٢٧٧٢٦	٢٧٦٩٨	٢٧٦٧١	٢٩٠
٢٨١٩٢	٢٨١٦٤	٢٨١٣٧	٢٨١٠٩	٢٨٠٨٢	٢٨٠٥٥	٢٨٠٢٧	٢٨٠٠٠	٢٧٩٧٣	٢٧٩٤٥	٣٠٠
٢٨٤٦٦	٢٨٤٣٨	٢٨٤١١	٢٨٣٨٣	٢٨٣٥٦	٢٨٣٢٨	٢٨٣٠١	٢٨٢٧٤	٢٨٢٤٦	٢٨٢١٩	٣١٠
٢٨٧٤٠	٢٨٧١٢	٢٨٦٨٥	٢٨٦٥٧	٢٨٦٣٠	٢٨٦٠٣	٢٨٥٧٥	٢٨٥٤٨	٢٨٥٢٠	٢٨٤٩٣	٣٢٠
٢٩٠١٣	٢٨٩٨٦	٢٨٩٥٩	٢٨٩٣١	٢٨٩٠٤	٢٨٨٧٦	٢٨٨٤٩	٢٨٨٢٢	٢٨٧٩٤	٢٨٧٦٧	٣٣٠
٢٩٢٨٧	٢٩٢٦٠	٢٩٢٣٣	٢٩٢٠٥	٢٩١٧٨	٢٩١٥٠	٢٩١٢٣	٢٩٠٩٦	٢٩٠٦٨	٢٩٠٤١	٣٤٠
٢٩٥٦١	٢٩٥٣٤	٢٩٥٠٧	٢٩٤٧٩	٢٩٤٥٢	٢٩٤٢٤	٢٩٣٩٧	٢٩٣٧٠	٢٩٣٤٢	٢٩٣١٥	٣٥٠
٢٩٨٣٥	٢٩٨٠٨	٢٩٧٨١	٢٩٧٥٣	٢٩٧٢٦	٢٩٦٩٨	٢٩٦٧١	٢٩٦٤٤	٢٩٦١٦	٢٩٥٨٩	٣٦٠
				١٢٠٠٠٠	٢٩٩٧٣	٢٩٩٤٥	٢٩٩١٨	٢٩٨٩٠	٢٩٨٦٣	

المجدول التاسع

اختلاف الشمس

اختلاف الشمس الافقي ارتفاع الشمس اختلاف الشمس الافقي ارتفاع الشمس

°	١٢٤	١٢٥	١٢٦	١٢٧	١٢٨	°	١٢٤	١٢٥	١٢٦	١٢٧	١٢٨
٠	٨٢٤٠	٨٢٥٠	٨٢٦٠	٨٢٧٠	٨٢٨٠	٤٥	٥٢٩٤	٦٢٠١	٦٢٠٨	٦٢١٥	٦٢٢٢
٥	٨٢٣٧	٨٢٤٧	٨٢٥٧	٨٢٦٧	٨٢٧٧	٥٠	٥٢٤٠	٥٢٤٦	٥٢٥٣	٥٢٥٩	٥٢٦٦
١٠	٨٢٣٧	٨٢٣٧	٨٢٤٧	٨٢٥٧	٨٢٦٧	٥٥	٤٢٨٢	٤٢٨٨	٤٢٩٣	٤٢٩٩	٥٢٠٥
١٥	٨٢١١	٨٢٢١	٨٢٣١	٨٢٤٠	٨٢٥٠	٦٠	٤٢٢٠	٤٢٢٥	٤٢٣٠	٤٢٣٥	٤٢٤٠
٢٠	٧٢٨٩	٧٢٩٩	٨٢٠٨	٨٢١٨	٨٢٢٧	٦٥	٣٢٥٥	٣٢٥٩	٣٢٦٣	٣٢٦٨	٣٢٧٣
٢٥	٧٢٦١	٧٢٧٠	٧٢٧٩	٧٢٨٨	٧٢٩٨	٧٠	٣٢٨٧	٣٢٩١	٣٢٩٤	٣٢٩٨	٣٢٠١
٣٠	٧٢٢٨	٧٢٣٦	٧٢٤٥	٧٢٥٣	٧٢٦٢	٧٥	٣٢١٧	٣٢٢٠	٣٢٢٣	٣٢٢٥	٣٢٢٨
٣٥	٦٢٨٨	٦٢٩٦	٧٢٠٤	٧٢١٣	٧٢٢١	٨٠	١٢٤٦	١٢٤٨	١٢٤٩	١٢٥١	١٢٥٣
٤٠	٦٢٤٤	٦٢٥١	٦٢٥٩	٦٢٦٦	٦٢٧٤	٨٥	٠٢٧٣	٠٢٧٤	٠٢٧٥	٠٢٧٦	٠٢٧٧
٤٥	٥٢٩٤	٦٢٠١	٦٢٠٨	٦٢١٥	٦٢٢٢	٩٠	٠٢٠٠	٠٢٠٠	٠٢٠٠	٠٢٠٠	٠٢٠٠

(١١) دقائق في كسر عشري من يوم

يوم	دقائق	يوم	دقائق
٢٠٢١٥	٢١	٢٠٠٠٦	١
٢٠٢٢٢	٢٢	٢٠٠١٣	٢
٢٠٢٢٩	٢٣	٢٠٠٢٠	٣
٢٠٢٣٦	٢٤	٢٠٠٢٧	٤
٢٠٢٤٣	٢٥	٢٠٠٣٤	٥
٢٠٢٥٠	٢٦	٢٠٠٤١	٦
٢٠٢٥٦	٢٧	٢٠٠٤٨	٧
٢٠٢٦٣	٢٨	٢٠٠٥٥	٨
٢٠٢٧٠	٢٩	٢٠٠٦٢	٩
٢٠٢٧٧	٣٠	٢٠٠٦٩	١٠
٢٠٢٨٤	٣١	٢٠٠٧٦	١١
٢٠٢٩١	٣٢	٢٠٠٨٣	١٢
٢٠٢٩٨	٣٣	٢٠٠٩٠	١٣
٢٠٣٠٥	٣٤	٢٠٠٩٧	١٤
٢٠٣١٢	٣٥	٢٠١٠٤	١٥
٢٠٣١٩	٣٦	٢٠١١١	١٦
٢٠٣٢٦	٣٧	٢٠١١٨	١٧
٢٠٣٣٣	٣٨	٢٠١٢٥	١٨
٢٠٣٤٠	٣٩	٢٠١٣٢	١٩
٢٠٣٤٧	٤٠	٢٠١٣٨	٢٠
٢٠٣٥٤	٤١	٢٠١٤٥	٢١
٢٠٣٦١	٤٢	٢٠١٥٢	٢٢
٢٠٣٦٨	٤٣	٢٠١٥٩	٢٣
٢٠٣٧٥	٤٤	٢٠١٦٦	٢٤
٢٠٣٨١	٤٥	٢٠١٧٣	٢٥
٢٠٣٨٨	٤٦	٢٠١٨٠	٢٦
٢٠٣٩٥	٤٧	٢٠١٨٧	٢٧
٢٠٤٠٢	٤٨	٢٠١٩٤	٢٨
٢٠٤٠٩	٤٩	٢٠٢٠١	٢٩
٢٠٤١٦	٥٠	٢٠٢٠٨	٣٠

(١٠) ساعات

في كسر عشري من يوم

يوم	ساعات
٢٠٤١٦	١
٢٠٨٢٣	٢
٢١٢٥٠	٣
٢١٦٦٦	٤
٢٢٠٨٣	٥
٢٢٥٠٠	٦
٢٢٩١٦	٧
٢٣٣٣٣	٨
٢٣٧٥٠	٩
٢٤١٦٦	١٠
٢٤٥٨٣	١١
٢٥٠٠٠	١٢
٢٥٤١٦	١٣
٢٥٨٣٣	١٤
٢٦٢٤٩	١٥
٢٦٦٦٦	١٦
٢٧٠٨٣	١٧
٢٧٥٠٠	١٨
٢٧٩١٦	١٩
٢٨٣٣٣	٢٠
٢٨٧٤٩	٢١
٢٩١٦٦	٢٢
٢٩٥٨٣	٢٣
٣٠٠٠٠	٢٤

المجدول الثاني عشر

يوم السنة الموافق اي يوم من اي شهر كان

٢٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	٥	
٢٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	٥	كانون الثاني
	٥٦	٥١	٤٦	٤١	٣٥	شباط
٨٩	٨٤	٧٩	٧٤	٦٩	٦٤	اذار
١٢٠	١١٥	١١٠	١٠٥	١٠٠	٩٥	نيسان
١٥٠	١٤٥	١٤٠	١٣٥	١٣٠	١٢٥	ايار
١٨١	١٧٦	١٧١	١٦٦	١٦١	١٥٦	حزيران
٢١١	٢٠٦	٢٠١	١٩٦	١٩١	١٨٦	تموز
٢٤٢	٢٣٧	٢٣٢	٢٢٧	٢٢٢	٢١٧	آب
٢٧٣	٢٦٨	٢٦٣	٢٥٨	٢٥٣	٢٤٨	ايلول
٣٠٣	٢٩٨	٢٩٣	٢٨٨	٢٨٣	٢٧٨	نشرين الاول
٣٣٤	٣٢٩	٣٢٤	٣١٩	٣١٤	٣٠٩	نشرين الثاني
٣٦٤	٣٥٩	٣٥٤	٣٤٩	٣٤٤	٣٣٩	كانون الاول

تنبيه . اذا كانت السنة كبيسة يزداد يوم من اول اذار فصاعداً

انتهى

والحمد لله دائماً

آخری درج شدہ تاریخ پر یہ کتاب مستعار
لی گئی تھی مقررہ مدت سے زیادہ رکھنے کی
صورت میں ایک آنہ بیمہ دیرا نہ لیا جائے گا۔

بہارِ نبوت

۱۔ ارادین علی بن ابی طالب نقابِ اخلاص و تقویٰ
 مجالسِ شہادت و خدایاں کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۲۔ ساداتِ جلیلہ کا تذکرہ و حکایات و شہادت نامہ لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۳۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۴۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۵۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو

۱۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۲۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۳۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۴۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۵۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو

۱۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۲۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۳۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۴۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو
 ۵۔ حلیہ سنی و جہتِ شہدائے کرام کی کتابیں لکھ کر اپنے شاگردوں کو

